P. 10
30
36
53
78
160

鹿兒島大學
水產學部紀要

第 5 卷

創基十周年記念號

MEMOIRS OF THE FACULTY OF FISHERIES KAGOSHIMA UNIVERSITY

Vol. 5

MEMORIAL NUMBER FOR THE TENTH ANNIVERSARY

Published by
The Faculty of Fisheries, Kagoshima University
Kagoshima, Japan
Dec. 1956

緒　　言

本学部の前身たる鹿児島水産専門学校が，終戦の翌年，その余波と混乱のさなかに創立せられましたのは，今を去る十年前の昭和廿一年四月のことでありました．

その後，学制の改革により，鹿児島大学水産学部となりましたが，その学風の流は渝ることなく，本年四月を以て創基以来満十年を閲した事になります．

本紀要も，研究，施設，設備の凡てが不備のなかから昭和廿五年十二月，鹿児島水産専門学校研究報告第一巻として発刊せられてから，その誌名は，鹿児島大学水産学部紀要と改つていますが，順調な発達をとげ，既刊の巻数も四巻六冊となつたのであります．そこで，その第五巻を本学創基十周年記念号として発刊することといたしました．

乏しきに耐え，私を捨てて，ひたすら研究に専念せられつゝある執筆者各位並びに煩雑なる編集の業務に当られました方々の御努力と御苦心とに対しまして深甚なる感謝と敬意を表しますと共に本研究の結果が，聊かなりとも，斯界に貢献し得ますようにと祈念いたす次第であります．

昭和卅一年十二月

鹿児島大学水産学部長

山　本　清　内

Preface

About ten years ago, in April of 1946, following the termination of this war, the Kagoshima College of Fisheries, the predecessor of the present Faculty of Fisheries, was established amid the aftermath and the continuing confusions.

Although, by the shift of the college regime, its name was rendered to be The Faculty of Fisheries; we have managed to congratuiate the 10 th Anniversary without losing its inherent academic tradition.

And it was in the defiance of the scanty facilities and much difficulties that this series of memoir was published, at first, as the lst volume of the Journal of the Kagoshima Fisheries College, in December, 1950.

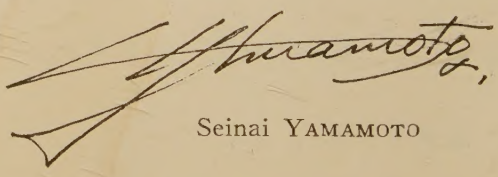
Then, the publication has been carried out successfully to count the volume 4, number 6, though there was a little change in its appellation.

And it has been agreed that this volume 5 shall be published under the title of the 10th anniversary number.

Due acknowledgement should be offered to the tenacious and unflinching effort of the researchers and laboratory members who have devoted themselves to the performance of these researches despite the lowering and biting weather of academic life, and to the troubles taken by the editing members of this series.

And I, also, wish heartly that the contents of this volume will make any contributions to the academical and professional field of fisheries.

Dec. 1956



Seinai YAMAMOTO

Dean of the Faculty of Fisheries
Kagoshima University

鹿児島大学水産学部紀要　第5巻　（創基十周年記念号）

目　　次

1．日中漁業協定について
　公海漁業の国際規則に関する新原則（英文）……今田清二… 1
2．日本漁業発展過程の解明（2）
　特に坊津鰹漁業についての一考察……原　多計志… 10
3．ブリ落網の改良に関する研究（第3報）
　土佐網の張力計と測定結果について……金森政治，黒木敏郎… 17
4．ブリ落網の改良に関する研究（第4報）
　底層式附落網の模型実験……金森政治… 21
5．ブリ落網の改良に関する研究（第5報）
　底もつた網（富山湾）とサケ改良底建網（北海道）の模型実験……金森政治… 24
6．マグロ延縄漁具の構造による漁獲性能に関する研究（第1報）
　延縄漁具における釣鉤の深度別漁獲の相異について……盛田友弐… 30
7．マグロ延縄漁具の構造による漁獲性能に関する研究（第2報）
　釣鉤4本附，5本附マグロ延縄漁具の操業試験結果について……盛田友弐… 36
8．薩南海域産ゴマサバの産卵期の考察……田ノ上豊隆… 42
9．レーダーによるマグロ延縄の探知について（第2報）……源河朝之… 53
10．1955年6月20日の皆既日食時における観測について
　気象，海洋，生物の部……藤田親男，源河朝之… 60
11．大型対称式回流水槽について……奈良迫嘉一，金森政治… 64
12．釣獲率よりするビンナガ魚群態の算定理論（英文）……黒木敏郎… 78
13．日本産トビウオ類の特徴と検索
　Ⅰ．成魚の特徴　Ⅱ．稚魚期の特徴……今井貞彦… 91
14．日本南海産海藻類の研究　其二（英文）……田中　剛…103
15．東経130°線で採集されたプラクトンの分布について……税所俊郎…109
16．魚類内臓酵素作用の研究……越智通秋…115
17．鮭卵の研究補遺
　卵の滲透圧と卵膜の破壊について……高田幸二…124
18．魚肉中のアミンの生成について（Ⅰ）
　魚介肉の鮮度低下に伴うヒスタミン及びチラミンの生成……太田冬雄，福山　実…129
19．魚肉中のアミンの生成について（Ⅱ）
　魚肉中のヒスタミン生成に対する温度の影響……太田冬雄，鰺坂比呂志…134
20．魚肉の鮮度低下に伴う“チロシン値”の変化について（Ⅲ）……
　……太田冬雄，西元諄一，城井達夫…140
21．海水中のビタミン B_{12} に関する研究（Ⅰ）
　海水中のビタミン B_{12} 定量について……柏田研一，柿本大壱，金沢昭夫…148
22．サクラエビの生化学的研究（Ⅰ）
　サクラエビの一般成分について……柿本大壱，金沢昭夫…153
23．サクラエビの生化学的研究（Ⅱ）
　サクラエビの糖類について……柿本大壱，金沢昭夫，吉田　繁…156
24．魚類血液の生化学的研究（Ⅻ）
　Hemochromogen 及び Chlorohemin 結晶形の種属的差異について……齊藤　要…160
25．魚類の肉質変化に関する生化学的研究（Ⅱ）
　各種動物筋肉の Myosin 系蛋白質とその ATP ase について……齊藤　要，日高富男…165
26．“ふなくいむし”の消化管内繊維素分解菌に関する研究（Ⅱ）
　細菌セルラーゼについて……日高富男，齊藤　要…172

鹿児島大学水産学部放射能研究委員会報告

第Ⅳ報　南方諸海域及び東支那海における海水の放射能検索について
……金森政治，盛田友弐，田ノ上豊隆，黒木敏郎…178
第Ⅴ報　漁具資材の汚染防除について
……金森政治，黒木敏郎，盛田友弐，田ノ上豊隆…184
第Ⅵ報　魚肉に対する Fission Product の挙動……高田幸二，西元諄一…190
第Ⅶ報　核分裂生成物の海藻への転移並びに除去に関する研究……齊藤　要，鮫島宗雄…196
第Ⅷ報　Fission Product による海藻の汚染について……田中　剛…205

On the Chino-Japanese Fisheries Agreement

A New Principle of the International Regulation of High Seas Fisheries

by Seiji KONDA

日中漁業協定について

公海漁業の国際規制に関する新原則

今田清二

Introduction

On April 15, 1955, an Agreement with respect to Fisheries in the East China Sea and Yellow Sea was signed between the Chino-Japanese Fisheries Council, on the part of Japan, and the China Fisheries Association, on the part of continental China. One year was the term of validity of this agreement which came into force on June 13, 1955. Prior to its June expiration, a protocol was signed on May 8, 1956, between the above two non-official fisheries organizations of China and Japan, respectively, extending the term of validity for another year, or until June 12, 1957.

According to the preiamble, the purpose of this fisheries agreement is "to promote friendship and cooperation between the fisheries communities of China and Japan, utilizing the fishing grounds of the East China and Yellow Seas reasonablly, protecting the fisheries resources, and avoiding disputes among fishing vessels of either party while they are operating."

The agreement is to be applied to the East China Sea and the Yellow Sea, except the belt of waters closed to trawl fisheries set out along the coast of the continent, and the strategic blockade waters west of a straight line drawn off the mouth of the River Yalu to a point off the Shan-tung Promontory, as well as the strategic operation waters south of 29°N., all set up unilaterally by the Chinese government.

The agreement consists of the main text and Annexes No. 1 to No. 4 which form integral parts of the main text. Thereto are attached the letters and memoranda, exchanged between the representative groups of the above fisheries organizations of China and Japan. Above all, Annex No. 1 sets down the allocation of the number of fishing vessels of both parties to the six fishing areas established in the high seas outside the above closed waters to trawl fisheries; and, Annex No. 2 sets down the rules for keeping order of fishing operation, to be observed whithin the whole areas where the agreement is applied.

It is the point of the Chino-Japanese fisheries agreement to have provided the rules for keeping order of fishing operation; and particularly, the rule of dividing the high seas, allocating the number of fishing vessels according to their nationality. Such an idea of dividing the high seas may obtain growing support among the nationals of under-developed coastal States. The correlation since the War of the principles of the freedom and the division of the high seas is the most serious

problem of fisheries by nationals in the high seas. The author is to analyse the idea of these rules, and. to find the meaning of such rules of international regulation of fisheries in relation to the principle of freedom of the high seas.

An Idea to Divide the East China and Yellow Seas between China and Japan

In the preamble of the Chino Japanese fisheries agreement, there are proclaimed the fundamental ideas of the above agreement. These are "mutual benefit on equal footing" and "peaceful coexistence." According to the explanation of Mr. Yang, leader of the Chinese group, at the second general meeting (Jan 17, 1955), "the ideas of mutual benefit on equal footing and of peaceful coexistence mean. in short, that both parties are accorded equal opportunity to utilize the marine resources in satisfying the demands of the nationals, and one party can never exclude the other, entirely monopolizing the fishing grounds." He also explained at a sub-committee meeting (Jan 31) that the Japanese idea claiming freedom of fishing in the high seas was not consistent with the idea of mutual benefit on equal footing, because, under such an idea, it was sure that vessels of one party could take position of absolute superiority, and the operation of vessels of the other party would be entirely excluded.

Mr. Yang, leader of the Chinese group, proposed his concrete plans at the fifth general meeting of the negotiations (Feb 23) as follows: "The East China Sea and the Yellow Sea are to be divided into three fishing areas, distributing to China, in principle, the area which is adjacent to China; distributing to Japan, in principle, the area which is adjacent to Japan; and establishing a common fishing area between the above two areas. When Chinese and Japanese fishing vessels engage in the area distributed, in principle, to China, a proper ratio regarding the number of vessels from the respective countries should be provided so that the Chinese fishing vessels will not be excluded and the fishing area will not be monopolized by the Japanese. In the case of Chinese vessels entering into the Japanese fishing area, such area will never be monopolized by them, hence, the Japanese fishing vessels will never be excluded. Neverthless, we are intending to accept an adequate regulation of ratio regarding the number of vessels of both parties.··· Japanese desire to have unlimited fishing, taking advantage of the superiority of their fishing vessels, running about as they please in disorder, and without taking into account the interests of the Chinese. This is the cause of all disputes."

None of the areas so to be divided by Mr. Yang's proposal is the exclusive property either of China or Japan. A certain number of fishing vessels of one party may engage in fishing within the area distributed to the other party. It may be reasonable to suppose that, under Mr. Yang's proposed idea, the East China and Yellow Seas are to be divided and distributed, not only between China and Japan, but also Korea and other States concerned, and that a certain number of fishing vessels of those States may be entitled to operate within the distributed areas in respective ratios.

Mr. Yang's idea is different from that of President Rhee's of Korea, who, by the proclamation of 1952, excluded Japanese fishing vessels from operating within the limits drawn on the high seas around the Korean peninsula. It is also different from the proclamations of Chile, Equador and Peru, who claim territorial waters of 200 miles from their respective coasts.

Neverthless, Mr. Yang's idea is inconsistent with the principle of freedom of the high seas, because the proposed division of the high seas means to avoid free competition by allocaitng the numebr of fishing vessels according to their nationality. That is why he stated at the seventh general meeting (Feb 28) that "in spite of the great changes which have taken place since the War in the situations of the world and the east, some of the fisheries circle of Japan are still insisting on the so called freedom of fisheries.··· The present condition of fisheries in the East China and Yellow Seas, where Japan is unilaterally monopolizing the fishing grounds, should by all means be reformed." He also stated at the same meeting that "the monopoly of fishing grounds by the vessels of superior position can not be avoided by means of merely establishing the normal order of fishing operation." This meant that the allocation of fishing vessels according to their nationality was essential to avoid a monopoly of fishing grounds by a country keeping superior fishing fleets. The Chinese group accepted, later, the Japanese proposal to set up six limited fishing areas instead of persiting in their own original proposal to divide over-all the East China and Yellow Seas into three areas. This was certainly because the proposal of the Japanese group included the idea of allocation of fishing vessels. Such idea of allocation of the number of fishing vessels according to their nationality was firmly adhered to, to the end by the Chinese group for the purpose of avoiding the monopoly of the fishing grounds by other nationals as the result of free competition. Thus, it is safe to say that the basic thinking of the Chinese in connection with the Chino-Japanese fisheries agreement is against the freedom of fisheries in the high seas.

The Rules respecting the Six Fishing Areas

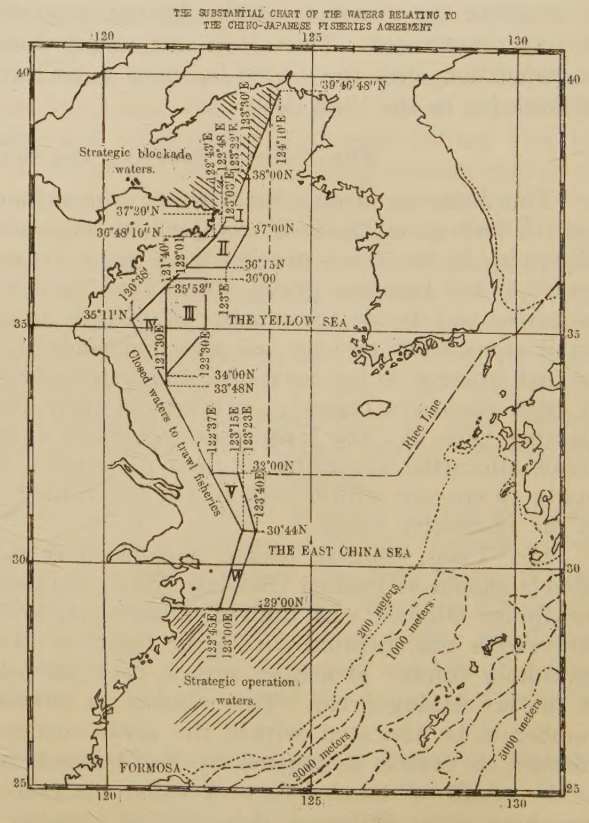
The Japanese group, maintaining the principle of freedom of the high seas, had to find some practical compromise measures, irrespective of the question of principle. At the sixth general meeting of the negotiations (Feb 25), Mr. Shichida, leader of the Japanese group, stated that "it is necessary, as a provisional measure, to confer and decide the number of vessels of either country with respect to only small areas, short periods, and principal kinds of fish, in connection with the fishing ground adjacent to the coast of China, especially where and when the fishing vessels of both countries compete seriously in their operation." At the seventh general meeting (Feb 28), the Japanese group made a proposal to set up six limited fishing areas, allocating according to their nationality the number of fishing vessels actually to operate within each of the six fishing areas during certain fixed periods in the respective areas.

Mr. Yang, Chinese leader, announced that the maximum number of fishing vessels should be limited (Sub-committee meeting, Mar 11). He thought that, if the maximum number was limited, disadvantageous result could be avoided even if the vessels concentrated within the limits of certain areas (Do. Mar 12). For this maximum number of fishing vessels, they offered the number they desired for each of the six fishing areas. The number so offered was approved as the maximum number to be allocated within the areas concerned. Only for the area No. 3, the number of vessels suggested by the Japanese group was reduced from 120 to 80, as the result of discussions concerning the protection of the stock of sea bream in the above area. However, this was not a matter to reflect the predominance in the Chinese thinking of preventing a monopoly of the fishing grounds by a country keeping superior fishing fleets.

Thus the proposal of setting up the six fishing areas was developed and implemented in Annex No. 1 of the Chino-Japanese fisheries agreement. The names of the six fishing areas, the locations, the periods in which fishing vessels of either country are allocated, and the maximum number of such vessels provided in the above Annex No. 1 are as follows:

Names	Periods	Maximum number of vessels allocated	
		Japanese vessels	Chinese vessels
Fishing area No. I	Mar.1–Apr. 20 Nov.1–Dec. 15	46	112
Do. No. II	Feb.1–Mar. 31 Dec.16–Jan. 15	60	150
Do. No. III	Aug.1-Oct. 31	80	40
Do. No. IV	Apr.1–Oct. 31	50	50
Do. No. V	May.1–Jul. 31 Nov.1–Nov. 30	70	100
Do. No. VI	Mar.1–Apr. 30 Oct.1–Nov. 30	70	44

(Locations are shown in the chart below.)



The allocation of fishing vessels according to their nationality was realized in the Chino-Japanese fisheries agreement only within the limits of the six fishing areas and only during certain periods of time fixed to each of these areas. As the result of such limitation of the extent of waters and the period of time, it may rightly be said that the nature of the allocation of fishing vessels has changed so that such allocation is not a rule inconsistent with the principle of freedom of fisheries in the high seas. It is surely an exception to the principle of freedom of the high seas to allocate fishing vessels according to their nationality. But so far as it is an existing need of the community to recognize an exception to a principle, such an exception can not be inconsistent with the principle. The allocation of fishing vessels according to their nationality is a special rule for keeping order of fishing operation under, and, not inconsistent with, the principle of freedom of the high seas.

At the end of 1954, when the fisheries circles of China and Japan were going to open negotiations, the number of Japanese fishing vessels seized by continental China since 1950 amounted to 158 vessels carrying 1,909 persons, of which 104 vessels had not yet been returned. It was natural, therefore, that the aspects of avoiding disputes and keeping normal order of fishing operation were emphasized in the agreement. Many rules to keep such order have accordingly been provided in Annex No. 2 of the above agreement. These are the general rules to be observed throughout the waters where the agreement is applied. A few rules among them, for instance, are as follows:

(1) Not to shoot the net in front of the bow of other vessels towing their nets.

(2) Not to shoot the net within about 1,000 meters sternward of other vessels towing their nets.

(3) When two sets of vessels (a set means two vessels which operate a net to-gether) tow their nets runuing paratlel to each other, a distance of more than 300 meters shall be kept between them.

(4) At the fishing ground where trawlers are concentrated, the same direction in towing nets shall be held by both the Chinese and Japanese trawlers.

(5) When vessels towing their nets cross directly in front, they shall turn to the right at a distance more than 500 meters from each other.

As against the above general rules, the rules provided in Annex No. 1 of the same agreement may be construed to be special rules to keep normal order of fishing operation within the limits of the six fishing areas. In such fishing areas where fishing vessels concentrate during certain periods of time, it may be necessary to limit the maximum number of fishing vessels during such periods, so as to keep the normal order of fishing operation. Under the present existing conditions between China and Japan, such maximum number of fishing vessels may have to be allocated to the respective countries. Mr. Yang and his group may disagree with the above exposition, insisting that Annex No. 1 and No. 2 of the agreement differ from each other in principle, the former being concerned with rules to avoid free competition, while the latter, rules for keeping order of fishing operation under free competition. But as already mentioned, the rules of allocating fishing vessels according to their nationality changed their nature so that such allocation did not contradict the principle of free competition.

It must be a merit of the Chino-Japanese fisheries agreement that such special rules for keeping normal order have been suggested as a measure for avoiding the problems arising from the claims of coastal States to divide the high seas in connection with fisheries. Where and when such allocation of fishing vessels is an existing need, the same special rule of keeping order as provided regarding the East China and Yellow Seas may be applied to any area of the high seas without contradicting the principle of freedom of the high seas.

Question of Existing Needs in the Light of the Results in 1955–56

There is a question with respect to certain provisions of Annex No. 1 of the Chino-Japanese fisheries agreement whether they correspond with the existing need of fisheries. Above all, there is the question whether the periods of time fixed to some of the six fishing areas coincide with such existing need.

The number of Chinese vessels actually engaged in fishing within the limits of each of the six fishing areas by periods during the first year of validity of the above agreement has not been made public. But the numbe of Japanese fishing vessels which actually operated within some of the six areas in certain periods or certain months was quite small. For instance in the fishing area No. 4, the percentage of the daily muximum number of vessels actually operated was zero in April, under 8% in June, and 12% in May, July and August. This would seem to mean that the fixed periods of the area No. 4, i.e., Apr 1 to Oct 30, is too long as compared with the existing needs of the fisheries. Such period may be shortened, thus enabling the vessels of either country to operate freely in fishing whithin the above area during a longer term of the year.

Conditions of Operation in Each of the Six Fishing Areas by Month during the First Year of Validity of the Fisheries Agreement.

Fishing area	Daily maximun number	June since 13th	Jul	Agu	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun till 12th
No. I	vessels						14	18			14	24		
	%						30.0	39.1			30.0	52.2		
No. II	vessels							38	18	8	28			
	%							63.3	30.0	13.3	46.6			
No. III	vessels			8	10	60								
	%			10.0	13.0	75.0								
No. IV	vessels	4	6	6	20	28						0	6	2
	%	8.0	12.0	12.0	40.0	56.0						0	12.0	4.0
No. V	vessels	36	34				6						38	22
	%	51.0	49.0				8.6						54.3	31.4
No. VI	vessels					20	26				42	32		
	%					29.0	37.1				60.0	45.7		

An Aspect of Evolution of the Freedom of the High Seas

The Chino-Japanese fisheries agreement does not provide rules for protecting the inshore fisheries such as are operated by small boats with hook and line or other small gear. It is characteristic of the above agreement to have provided the rules for keeping normal order of fishing operation among trawlers, as well as between trawlers and the vessels engaging in other off-shore fisheries, such as junk fisheries. The limits of fishing area No. 7 were extended, conceeding to the demand of the Chinese group to protect the catch of junks operating in numbers within this area.

On the other hand, with respect to the protection of the inshore fisheries from obstruction by trawlers, the Chinese government set up, unilaterally, a belt of waters closed to trawl fisheries along the continental coast. The limits to the coast of the above belt of closed waters extend some forty miles from the coast, for instance, between 35°N and 32°N, and more than twenty miles in the archipelagoes south of 32°N. When the Chino-Japanese fisheries agreement was negotiated, however, the question of the limits of the above closed waters to trawl fisheries was not discussed. It was because of the attitude of the Chinese group that "the closed waters to trawl fisheries was set up by the Government, and is out of the scope of discussion by unofficial groups as our's. It is a domestic affair to set up regulations of conservation, and there is no need to ask the Japanese opinion." (Subcommittee meeting, Feb. 1)

The closed waters to trawl fisheries having thus been unilaterally provided by the Chinese government, the Japanese group expressed their attitude regarding the above question in a letter attached to the agreement adressed to the China Fisheries Association as follows: "The Japanese representative group understands tnat a national legislation of a State can not restrain directly nationals of other States in the high seas, but, paying attention to the purport of the establishment by your Government of the closed waters to trawl fisheries, we promise, spontaneously, to keep the Japanese trawlers out of the above closed waters." The Japanese are of the opinion that a belt of closed waters to trawl fisheries is to be set up, in the nearest possible future, by an agreement between China and Japan along the coast of the continent for the purpose of protecting the small scale inshore fisheries of China.

Originally, the freedom of the high seas might have been construed independent of any restriction. For instance, in 1882, when the International Convention for the Purpose of Regulating the Police of the Fisheries in the North Sea outside the Territorial Waters was under negotiation, the German delegate thought that "restrictive measures should be enforced to prevent the destruction of fry of fish and taking of small fish." But his opinion was denied on the ground that "the question was not ripe for discussion by the Conference which was not concerned with reproduction of fish." (Fulton, The Sovereignty of the Sea.)

At the present, however, a number of conventions for the purpose of conservation of fishery resources have been concluded, so that closed waters, closed seasons, maximum amount of catch in a season, and other restrictions are provided regarding the high seas fisheries. The freedom of the sea has evolved from a freedom without restriction to that of carrying duties of protecting resources.

The rules of protecting resources have been first developed in the international community, but the rules of such a category are not the only ones to be put on the freedom of fisheries in the high seas. So far as it is actually needed in the community and so far as applied equally and impartially among States, there is no reason that the rules for keeping normal order of fishing operation will not become a restriction on such freedom of fisheries. The above rules for keeping normal order of high seas fisheries may develop, some times, in order to protect the inshore fisheries from being obstructed by trawl and/or other off-shore fisheries; and, some times, as in the case of the Chino-Japanese fisheries agreement, for the sake of keeping order among trawl and/or other off-shore fisheries.

The Chino-Japanese fisheries agreement is of great theoretical importance, because the rules of the above agreement seem to be the germ of development of a new principle of international regulation of high seas fisheries. The rules of keeping normal order of fishing operation including the allocation of fishing vessels as provided in the Chino-Japanese fisheries agreement may be universally applied, pertaining to any small area in the high seas, where fishing vessels of more than two States concentrate during certain periods of time. Freedom of the high seas is now being evolved so that it carries, not only restrictions for conservation purposes, but also the restrictions for the purpose of keeping normal order of fishing operation in the high seas.

Conclusions

The basic thinking of the Chinese in connection with the Chino-Japanese fisheries agreement is against the freedom of fisheries in the high seas. The Chinese never compromised nor conceded their claim to divide the high seas and to allocate the number of fishing vessels according to their nationality, maintaining it to be the essential rule for avoiding free competition of fisheries which has caused exclusion of Chinese fishing vessels by the Japanese.

However, notwithstanding the above basic thinking of the Chinese, such an allocation of the number of fishing vessels by their nationality as realized in the above agreement is rightly to be construed not to contradict the freedom of fisheries in the high seas. Because of the limitation of the extent of waters, as well as the period of time in which the number of fishing vessels is allocated by nationality, the above allocations have changed its nature from an over-all denial of the principle of freedom of fisheries in the high seas to an exception of such principle. So far as it is an existing need to admit an exception under a principle, such an exception can not be inconsistent with the principle.

In some areas of the high seas other than the East China and Yellow Seas, also, needs may exist for measures of keeping normal order of fishing operation, including an allocation of fishing vessels according to their nationality, within limited extent of waters and limited periods of time. It must be a merit, therefore, of the Chino-Japanese fisheries agreement to have suggested the means of preventing international conficts arising under the above circumstances, without contradicting the freedom of high seas fisheries, by way of setting up the same rules for keeping normal order of fishing operation, i. e. allocation of the number of fishing vessels according to their nationality.

It must also be a merit of the Chino-Japanese fisheries agreement that a step of evolution of freedom of fisheries in the high seas has been forwarded. Freedom of fisheries in the high seas, originally independent of any restriction, has been evolved to carry restrictions of conservation purposes. But the restrictions on freedom of high seas fisheries may not always be of the above category. Allocation of fishing vessels by their nationality and other restrictions for keeping order of fishing operation as provided in the Chino-Japanese fisheries agreement may rightly be said to be a new principle of international regulation of high seas fisheries.

概　　要

〔海洋分割の主張〕　日中漁業協定の基本原則は，その前文に宣言されているように「平等互恵」「平和共存」である．中国側の説明によれば「平等互恵，平和共存の原則というのはつまり双方がいづれも海上の資源を利用してその国の人民の需要を満足させることが出来るように平等な機会をもち，片方だけが完全に漁場を独占して相手方を排斥してはならないということであります．」

中国側はこの原則を実現するため，東海・黄海を全面的に三分割して中国捕魚区，日本捕魚区及び共同捕魚区とし，中国捕魚区で操業する漁船の隻数・噸数を中国と日本とに適当な比率で割当て，また日本捕魚区についても同様の国別割当をすることを提案した．この中国案は，

李承晩宣言または南米諸国の主張などとは趣を異にするけれども，やはり自由競争の原則を否定するもので，公海自由の原則に反する．

中国側はその後，漁船数の国別割当を行う区域及び期間を限定することに譲歩した．然し漁船数の国別割当を行うことそれ自体は，最後までこれを主張して譲らなかつた．中国側の考によれば「自由競争の枠内で行われる操業規律の確立といつた方法だけでは，優勢を占める漁船が漁場を独占するのを避けることはできない」換言すれば，漁場の独占を避けるためには自由競争を否定して漁船数の国別割当をしなければならない．中国側の根本思想は，公海における漁業自由の否定である．

〔**公海自由との関係**〕　然し日中漁業協定の規定する漁船数の国別割当は，公海における漁業自由の原則と矛盾するものでない．同協定が漁船数の国別割当を行う区域を六つの漁区のみに限定し，且つその期間をも限定した結果として，その国別割当は公海漁業自由の原則の全面的否定から，同原則の例外に変質した．例外は，原則を行うための現実の必要に基づくものである限り，原則と矛盾する理由はない．

東海・黄海以外の公海にも，限られた区域，限られた期間，漁船数の国別割当を行うことが現実の必要である区域があり得るであろう．日中漁業協定は，そのような事情により国際紛争が生ずる場合，公海自由の原則と矛盾することなく，漁船数の国別割当によりこれを解決することを示唆したものとして賛えられるべきである．

その半面，六つの漁区の想定が果して現実の必要と合致しているかどうかを，一層検討しなければならない．協定実施以来一年間の日本側の実績によれば，割当てられた最高隻数に対する実際の一日最高操業隻数の比率すなわち利用率が甚だ低い場合がある．中国側の実績は発表されていないが，或る漁区については定められている期間の一部を解除して日中双方の漁船が自由に出漁するのを認めてよいのではないか．

〔**公海自由の進化**〕　日中漁業協定は中国政府が一方的に定めた機船底曳網漁業禁止区域を協定水域から除外している．日本側は協定附属の書翰により，右の禁止区域では操業しないことを約束すると共に，国際的な禁止区域の設定は両国政府の協定によらなければならないという見解を表示した．

現在多くの国々は各種の漁業資源を保護するため世界の水域に多くの条約を結んでいる．公海における漁業の自由は，無制限の自由から資源保護の義務を伴う自由に進化した．将来は更に進化して，資源保護以外の目的の制限をもまた伴うに至るであろう．現実の必要に基づくもので且つ平等・無差別に適用される制限である限り，それが公海漁業の自由に加えられない理由はない．漁船数の国別割当，操業秩序の維持など，日中漁業協定が規定している諸制限のルールは，公海漁業の国際規制に関する新原則である．

日本漁業発展過程の解明 (2)

――特に坊津鰹漁業についての一考察――

原　多計志

An Interpretation on the Developmental Process of Fishery-economy in Japan

— Especially a Consideration on the Skipjack-fishery at Bonotsu —

Takeshi HARA

(一)

以上の坊泊鰹漁業の展開は，さらに構造的に，特に労働の諸関係を通して説明されねばならない．そうしてこそ漁業全般の問題になり得るからである．

まず，現象的に，そのうちの一部落，字泊の構成を見よう．

漁　業	245戸
農　業	25
公　吏	40
雑	47
無	55
計	412

総戸数412戸のうち，主として漁業によつて生計を営むもの，245戸で約6割に及ぶ．このうち沿岸漁業者は9戸に過ぎない．しかも55戸の無職戸数の9割は漁民の未亡人であり，現在乗船していないだけ，乗船するものがないだけであつて，子供が生長すれば漁船に乗るのであるから，この部落の鰹漁業への依存度は圧倒的なものである．他は，公吏員40，雑47，そして農業はわずか25戸に過ぎない．さらに，この25戸も純粋に農業にのみ依存するのでなく，家族の誰かが漁業に従事しているか，従事させたいというのが殆んどである．まことに鰹漁業の部落というべきであろう．

しかし乍ら，これほどの鰹の部落になつたのは，そう以前からのことではない．藩政時には農民の比重はもつと多かつたのである．「坊泊水産誌」（以後水産誌と呼ぶ）には「文政4年には坊泊の戸数584戸（郷士45，在方297，門前55，坊浦97，泊浦83)」とある．当時の泊の戸数は不明であるが，3の門に属する農民があつた．この部落で，最多の戸数を占める吉原，織田，谷川の3姓が農民であつた．その他の何れが，前掲した文政4年の浦人83戸の末であるかは不明であるが，大部分が漁業に頼らざるを得なかつたであろう．中村姓が古くより網の権利を持つていたといわれるし，水産誌にも岩田姓が「明和年間に鰹漁業に従事した」と書かれている．しかも，これらの漁民が農民であつた三姓に，数において劣る事が古くよりの貿易港であつたこの地においても，以前における農業と漁業との安定度の差を示していると考えてよかろう．ともかく姓別戸数は次の如くである．

姓（旧農民）	戸数	姓（旧士族）	戸数	姓（それ以外）	戸数
吉原	32	石井	10	林	25
織田	26			前田	22
谷川	19			中村	19
				岩田	17
				大山	10

註.　10戸以下略.

註.　郷士といつても，無禄のものであり漁業にも従事していた．石井姓がそれであり，また水産誌にも「赤崎市右ヱ門なるもの天知貞享の頃，宇治島において鰹船を始め」とある．この無禄の郷士は，薩藩の特徴であり，例えば土佐から藩によつて招かれて，枕崎において漁船業を指導した松元氏も，郷士となつたが無禄であり，鰹船に乗つていたという．（枕崎．木原氏談）

ともかく，玄関を波が洗うほどの部落において，以前は門制度による農村と，浦制度の漁村があつた．しかも，二つの部落は，はつきりと区別されていた．

それは大正の始めまで二つの青年会が存在し，対抗していた事から証明される．前に述べた如く，明治42年には，株式会社を設立し，全国にさきがけて動力船を使用した鰹漁業の先進地であり，また，古くより貿易業を営んで海の富を知りながら，尚，そうであつた事は注目すべき事である．お祭り等に，まま，惹起される二つの青年の乱斗に際し，後年，劣勢となつた農民側の背後には士族が控えていた．この事は，農民，土地，士族という一連の古い社会制度の強さを物語つている．

この二つの部落が同化してゆく過程，即ち，農民の漁民への転換がいかなる性質のものであつたか．勿論，大きくわければ，明治以後，動力の導入時期，それにつづく大型化の時代という漁業の発展に応じて転換してゆくのであるが，この過程の態様の分析こそ，逆に坊泊鰹漁業の発展を説明し，同時に，日本漁業問題の解明の一助ともなるであろう．

いま，古くからの農家であつた，吉原，織田両姓について分明せる44漁家の転換の表を示せば次の如くである．

年令	50才以上	50～40才	40～30才	30才以下
1代漁家	3 (1)	3 (3)	4 (2)	4 (3)
2代漁家	12	5	3	2
3代漁家	—	—	4	3

註.　カッコ内は今代に分家した数であるが本家関係不明のため1代漁家家とした．それ故に農家より転換した1代漁家の数はずつと少い．また，2代漁家については，分家関係不明のため表出しなかつた．

谷川姓を含めて旧来の農家には3代以上の漁家はない．そして上表に見られる如く，2代漁家，特に40才以上のものが圧倒している．3代漁家の年令が低いことと併せて考えて，その転換は2代漁家の主要部分と同じく明治以后であつたと結論されよう．

さらに，1代漁家は本家，或いは名主であつたものが多いことから，転換は，分家した2，3男が農業にのみ依存し得なくて行われるのであり，半農半漁という形をとる．ところで薩摩は古い制度が強く維持せられ，分家を許さなかつたので，明治以前にはこの形の転換はなかつたわけであり，農家には3代以上の漁家は存在しないことになる．

(二)

漁村，農村の区別は，封建制下においては強弱の差はあれ，全国に共通のことである．問題は，その二つの村が維新前にすでに相当に発達していた鰹漁業の根拠地であつた坊泊において，はつきりと区別されていた事である．即ち，そのことは，鰹漁業の展開に大きな影響をもつている．漁業労働の特徴である船付，乗付（後述）制度を必然ならしめるからである．

水産誌によれば，坊泊鰹漁業は「天保安政の間，最も盛んにして坊村製造家16名，鰹船23艘に増加し……（鰹節の）製産額，年々百万本以上に上り，馬関，大阪等へ直輸出する者3，4名となり……」とあり，日本漁業発達史序説でも維新前に既に「初期資本家的性質をおびた協業」の一例として取上げられている．しからばいかにしてその発展に必要な労働を確保したであろうか．

そもそも，漁民の造出は農村に源を発すること勿論であり，漁業問題の始点も農民層の分解に始まることは周知のところである．発達史序説によれば

「鎌倉幕府以降の検地基調の下に鞏化されるに至つた貢租の強徴と商業資本の発達とは，農奴経済の分解を促進し，特に慶長以降の田畑永代売買禁止，慶安触書，分地制限の過程に示される全国的な農奴経済の分解，土地の高利貸資本への帰属は，農奴的零細耕作を一層零細化せしめると共に，農奴経済の植物的生存を保持せしめるために広汎に副業の普及となつて現れた．土地収奪によつて農奴経済の再生産の基礎を奪われるか乃至縮減せられた農奴の，遊離せられた労働力部分は，生活資料の生産の何等かの産業部門にその労働力を適用することを余儀なくせられた．……日本における全国土的な規模への漁業の普及は，この農奴経済の分解過程において展開せられたところである．」

勿論，漁業が漁業として農業から分離して発展するのは，市場の発達があり，商品生産が可能となつたからである．幕末に既に，鰹節の生産地別の格付がなされ，前稿に述べた如く，天保13年に坊の森家は大阪，兵庫の問屋に1回2千両の販売をしている程であるから市場は相当に発達していた．この市場の発達につれて生産も発達するわけであるが，その発達のしかた，同時に労働力の確保のしかたは，各地において，つまり，古い制度の強弱の差によつて異ることは当然である．

ところで坊泊の場合，封建制は強固なものであつた．二つの村の後年までのはつきりした残存もこれを証明している．一般に薩摩においては，高利貸による土地収奪もさほど顕著ではなかつたといえる．それ故に，農民の漁業へのなだれこみは考えられない．明治以降の半農半漁としてならば大量の転換が可能となるが，当時においては全然，土地から離れての転換でなければならず，漁民確保の途は極めて制限されたものであつたと考えられる．このこと自体が商品生産の正常ならざることの証明であり，市場に引きずられて不自然な形をとらざるを得なかつたのである．

労力の確保にもこれが反映している．まずその労力は既存の漁民たる浦人が利用されたに違いない．次に他村の浦人も吸収する．古い経営における労賃分配に下の二通りがある．一は水揚（ミヅナ）といい，「釣上の鰹を実価の$\frac{1}{3}$程度に見積り，之れを水揚と称し船員に分配する他は船主の所得になる．」

二は賃取といい，「日給制にして賄付1日7銭より10銭まで年々差異あり．」

註．水産誌より．前者は明治20年頃まで，後者は30年頃まで存在．

とあるが賃取は主として，他村の漁民が受ける配当であつた．それ故に，相当他村の漁民を利用したことが理解されよう．

しかし，他村にも浦の義務があると同時に，せいぜい近隣の漁村しか利用されず，これだけでは発展するために必要な労働を充すことは出来ない．まして，急を要する危険な鰹漁業においては，隣村漁民は頼りにならないものであつた．かくして，中核となるべき常備軍，船付，乗付の確保こそが必要となつたのである．

船付．「在方の貧困者の子弟，孤子等を幼少の頃より貰い受け自宅にて衣食を給し，1家族として，附属船の始末，製造の下使などさせて，まづ，餌取船より冲立するまで面倒を見て，1人前の漁夫になれば家を貸与し，可成これに主要なる地位を与へ，伎倆によりてはやがて船頭にも昇進せしむるもので，かかる特殊関係を有するものを船付と称する．」

乗付．「男児生るれば紙付紋付と称する模様ある紋付着物に瓶箱（祝酒入）及び白米3升を添へ，祝意と主従固めの印として親方より贈り，その児の将来の乗組船をきめたもので，生長して乗込むまで，その船より3合前（3割）の配当金を給与する．……又，年末には白米1斗宛，老幼には3升宛を貸与した．その他，毎年旧正月2日には船主宅にて盛んな船祝いを催し，船中1日は年1回の船主方の客間にて饗応を受けることを楽しみとしたもので，かくして相互の情義をつなぎ来り，これを乗付と称した．」

註．水産誌．

この船付，乗付は当然，自由に下船することを許されない．その船に緊縛されて不平を述べることも出来なかつた．「情義上，最も緊密なる間柄にある」といつても，それはもつぱら親方からの言葉であつたことはいうまでもない．配当は「水揚」であり，実価の$\frac{1}{3}$といつても，実価は一方的にきめられる場合も多かつた．また，枕崎における実例の如く，約束の年限を乗船し，家を貰う筈の証文が，まさかの場合に見てもらつたら，とんでもないいたづら書きであつた，というぐあいの狡猾は，ままあつたに違いない．

しかしながら，重要なことは，ともかく鰹漁業においては，ただに坊泊ばかりでなく，焼津においても，また，殆んどのところにおいて，大同小異のかかる形態による労力の確保がなされていたということである．いな，土地から全然離脱している故に家族の再生産までも責任をもたざるを得ない船付，乗付を確保せざるを得なかつたところに重要さがある．

そもそも，鰹漁業は協業を必要とするから，最初から多数の労力を要するが，この船付，乗付がその中枢であり，まして漁業の発展につれて労力の需要が増大すればするほど，いよいよ，その多きを用意せねばならなかつた．それ故に，船付，乗付はゆがめられた商品生産の性格を物語るものであり，さらに分析しなければならない問題である．

註．焼津における同様のものを見よう．

「漁夫はその船主に対し，上長或いは親子の感念を以つて仕へ，情誼の厚きことは実に想像以上の美しきものがある．もし，不幸にして不漁の際には船主たるものは，漁夫に対して金或は米を与へ，毎年正月2日を船祝日ときめて1人12.5銭（百匁）を与へて船主の家で祝盃を挙げるを例としている．……されば船主は漁人の為，漁夫は船の為，互に親子の如き愛情を以て接し……明歴以降，漁夫の男子にして1才より10才までは若干の配当をし，11才1割，その後1年毎に1割づつを配当している．（東海漁業30年史より）．

（三）

船付，乗付という労働形態は，古い，ゆがめられた商品生産に由来している．それ故に，さらに商品生産者たる船主を見る必要がある．

さて，前に述べた水揚及び賃取という分配方法は同時に行われた．いかに従順な忠僕たる船付，乗付の漁民でもこれを不公平と感ずるようになる．まして，年々の貧困さがあれば不平を抱くようになる．そして，緊縛からの脱出の希望をもつようになることは後述される如くである．だが，船主にとつて，それほど安価な労働であつたか．

それは思うほど安価ではなかつた．船付，乗付という制度は家族の再生産までも責任を負うことである．しかも，協業といつても単なる労働の協業であつて生産力の増大をそのまま意味するものでない．そして更に，市場は，自己の労賃部分までも提供するところの米価を中軸として展開される競争場であつた．この場合，家族の再生産までの労賃——それはいかにも不充分であつたとはいえ——はそれほど安くはなかつたに違いない．かくして安くて——漁民にとつて——，高い——船主にとつて——ものとなる．

特に，家まで提供する場合，資本として利用すべきものを資本以外のものに固定させることであつた．これは以上の発展を阻止するものである．勿論，これが労働確保のための条件であり，その意味では生産にはつながるが間接的なことでしかない．

崩壊の時期にこの間接的な関連を声を大にして強調し，情誼と呼び，徳義と称して出来るだけ資本に利用しようと努力は続けられた．しかしながら，その声は〝昔はよかつた〟という悲鳴に終らざるを得なかつた．勿論，その間に，労賃を出来るだけ安くする努力，（多くの場合，それはごまかしとなる）がなされたことはいうまでもない．

註．枕崎で旧来の親方船（七反帆という）に対して，仲間船を始めた木原家の先代のその動機は船員に対する一方的な不合理を見かねての事であつたという．

しかしながら，それで解決する筈がなかつた．矛盾は商品生産そのものの性格に由来している．漁業が発展すればするほど矛盾もまた大きくなる．かくして船主は船付，乗付として漁民を支配しながら，その基盤は案外に弱体であつたと結論される．

ただ，明治以前においては種々の特権がこの崩壊を支えている．この特権が，商品生産の矛盾を含みながら，なお坊泊の漁業を発展させた原因である．即ち，鰹漁業の経営者は多くは商人であり，同時に海運業を兼ねていた．そして藩の御用をつとめることによつて特権を与えられていた．

1．藩時代，5反帆以下は課税されたが，それ以上の船には課税がなかつた．いかに藩が貿易を，そして海運業を優遇したかが理解されよう．

2．明治20年に発足した漁民の共同船「仲間船」に対し，旧来の親方衆の鰹船を「七反帆」と称した．（枕崎）これは鰹船の大きさを云つたのではなく，大きな船即ち運送船をもつた親方衆の鰹船ということである．

海上交通こそが唯一の交通手段であつた時代に，親方は運送業者としてこれを掌中にしていたのである．「藩による密貿易品の上に鰹節を積んで行つた」（坊，森吉兵衛氏）．このことは，藩命による無償の海運労働を充分に利用する機会が与えることであつた．そして市場を利用し得る商人として，巨富をつかむ機会も彼等のものであつた．かかる巨富が鰹漁業の経営者たり得るところのものであつたといえよう．

発達史序説の序文には

「薩摩藩の坊泊のように幕府の密貿易取締りによつて解体した海運業者の転業から鰹漁が始まり，鰹節は「納屋物」として取扱われ，暴風災害等から再起する為，上方の商業資本の息がかかるようになり，隻数もソンフト的統制下におかれ，船方も土地家屋の貸与，老幼家

族に対する代分け，凶年等における米金の貸与等によつて封建的な隷属関係に置く型，之は明治15年頃，船主ツンフトの崩壊と共に船方の他船乗替によつて崩れてゆく．」

と書かれている．但し，これには註釈が要る．

1．鰹節の統制は後期，その比重が他の商品，特に密貿易品に比べて低くなるにつれてゆるめられたこと．しかも運搬の際に報酬として特権的に許されること．この事によつて，先述した如く市場ルートを独占し得るのである．

2．非常の際には藩が漁船建造を補助した．勿論，それは浦に与えられるものであるが，特定の所有に帰する場合が多かつた．それ故に，上方の商業資本の息はそれほど感ぜられない．むしろ，坊の森家には上方の問屋の借用証も残つている．

しかし，重要なことは，そんな特権によつて，例えば森家に代表されるが，薩摩ばかりでなく天草の鰹節も買い集め，五島においては鰹漁業を経営させ，それを集めて送るほどの問屋であり，生産者であるほど発展しながら，生産関係は依然として変らなかつた事である．これは薩藩における封建制の強さを物語る．先に述べた二つの村が後まで存在した理由もこれである．矛盾した商品生産という理由もここにある．商品生産の発展が封建制の崩壊と伴なわないところの商品生産なのである．

勿論，鰹漁業においては技術的条件，即ち，生産手段の改善が後れ，坊泊のように自然には恵まれていても，なお生産は不安定であるが故に，商品生産としての発展にも限界があつたに違はない．

船付，名付はこの特殊な商品生産の特徴である．

（四）

このことは，船付，乗付の崩壊の模様が説明する．既に，明治15年に船付，乗付の他船乗替が始まつている．水産誌によれば，鹿児島市の瀬戸口某が「知人となりし当地蒲地才兵衛と15年2艘の鰹船を経営したので，同船に乗組たる釣子に対し，前船主より多年貸与していた住家の立退要求が起つた……」．これは代言事件といわれて長い間の紛争となつた．この頃まではまだ支配力があつたといえよう．

だが明治以降旧来の特権廃止，特に交通手段の発達によつて，市場と生産との間を独占する地位を奪われた後においては，旧来の船付，乗付に不利益をカバーさせる度合がひどくなつた事は想像される．漁民は常に不平を抱いて自由を欲していた．情誼を忘れたのはむしろ支配者側に原因する．即ち，新らしい生産の体系が必要であるのに，旧い生産関係たる船付，乗付制度を固執したのである．

しかし，明治20年頃まではこれを維持することが出来た．それまで新らしい競争者はあらわれなかつた．何故かならば，新らしい経営者は前の代言事件に見られる如く，その為には先ず家まで用意して船付，乗付の再現をはからねばならなかつたからである．船付，乗付も不平はあつても，どうする力もなかつた．

古い関係を覆えす新事態は別にあつた．それは，即ち，農民の漁民への大量の転換である．2 3男の分家が認められるようになり，同時に農業だけに依存し得ない農民が，より自由な漁民として賃取になる．この量が増加すればするほど，船付，乗付は無意味な制度にならざるを得ない．これは安価な経営を可能ならしめ，競争場裡に入つてくる．そして，また船付，乗付も吸収するようになる．

この大量の農民の転換が明治20年頃である．最初の表もそれを示している．事実，例えば，枕崎において親方の「七反帆」に対して，「間船」を木原氏が最初に経営したのは，20年であつた．しかも，その乗組員は親方に対して自由であつたところの在方の出身者が主であつた．否，むしろ，この在方出身の自由なる船員があつたからこそ，経営が成り立つたのである．その事情を「これなれば当時，三百円あれば舟を出せたから始めたのである．以前ならば，とても出来るものでなかつた」と木原氏は語つている．

豈，枕崎ばかりでなく，坊でも泊でもこの新らしい船が発足した．しかも「仲間船」又は「間船」というだけ，その分配も「釣上高より経費を控除し，残金を船主15人前，船員各々1人前宛」で，これが大きな魅力となつて，七反帆の親方の制止を越えて船付も仲間船に乗りこむようになつた．水産誌は次の如く語つている．

「明治15年の代言事件が動機となつて統制紊れ，住宅を他に求めて旧船主の覊絆を脱し，自由に自己の好む船に乗組むもの続出し，30年頃には組合規約には乗付釣子に対する制裁もあつたが住宅貸借関係なきものには実行されず，間船時代には（乗付）は全く其跡を断つに至つた」．

船主組合をつくり，やつきとなつて乗付を確保しようとする姿の中に崩れる音を聞くことが出来る．そして水揚――乗付の賃銀形態――は既に明治20年頃までで終つているのである．後は経営にしがみ付くためのあがきに過ぎない．旧い制度に適応させた経営が新しい生産条件にもろくも崩壊してゆく姿を，この船付，乗付の終末が表現している．（未完）

ブリ落網の改良に関する研究（第3報）

土俵綱の張力計と測定結果について

金森 政治・黒木 敏郎

Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (III)

——On the Tension meter of Sand-bag Line and Effects Derived from the Measurment——

Masazi KANAMORI and Tosiro KUROKI

1. はしがき

今までにも定置網の土俵綱の張力は測定されたことはあるが，1)筆者等はブリ落網の改良に関する研究の一環として，容易に土俵綱の固定力を知ろうとする目的で試作した張力計を用いて，昭和30年7月に若狭湾河野村の夏網についてその土俵綱の張力を測ることを得たので，ここにその結果を報告する．本調査は日本海区水産研究所，福井県水産試験場と三者協同で行われたもので，対象漁場の河野村漁業協同組合，大洋漁業株式会社河野出張所，福岡県漁業協同組合連合会よりも多大の支援を頂いた．直接研究に従事した福井県水産試験場九竜丸，若潮丸に対してはもちろん上記関係各位に対して深甚の謝意を表する次第である．

2. 張力計について

本調査に使用した張力計はバネの歪みを電気抵抗の変化に引き直して行う方式のものでその概略は第1図に示した．較正は実際の重量物を吊下したロープに装置して行つた．現場使用の前と後とでこれを2回行つて夫々電気抵抗とバネの変位量との両方から測定したが殆んどその差を認めなかつた．較正曲線を第2図に示す．現場における測定では，電気抵抗のみを船上で読みとつたのであつて，図中の○印でこれを示す．

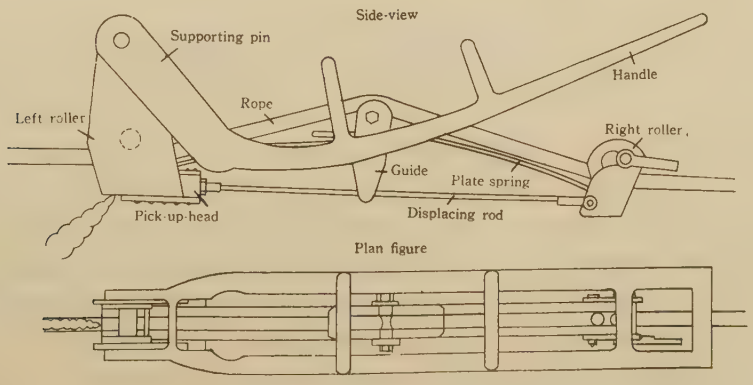


Fig. 1. Outside view of tension meter.

張力計を装置するには，浅い個所ならば素潜りで行うことが出来るが，7～8米の深さになると若潮丸塔載の簡易潜水器を使用した．波浪が大きくて（風力3位）台（鉄製大浮子）が揺れてワイヤロープのふれが甚しくなると専門の潜水夫でも装置が不可能のことがあり，多数の点を同時に測定することは困難であつた．将来は同じ流れの条件下で数点を測定するために，張力計受感部のみを予め装置しておくべきである．

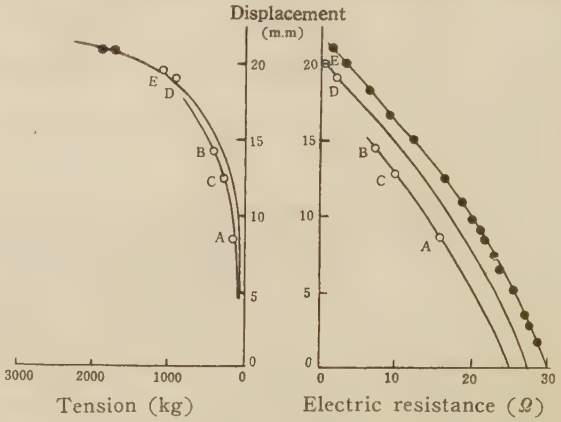


Fig. 2. Calibration curve of tension.

3．調　査　結　果

調査した定置網は福井県南条郡河野村地先の夏網（ブリ）で，同地漁協と大洋漁業出張所との共同経営によるものである．この網の概要を第3図に示した．土俵網の張力を測つたのは図中A, B, C, D, Eの5点であつてその結果は第1表に示した．

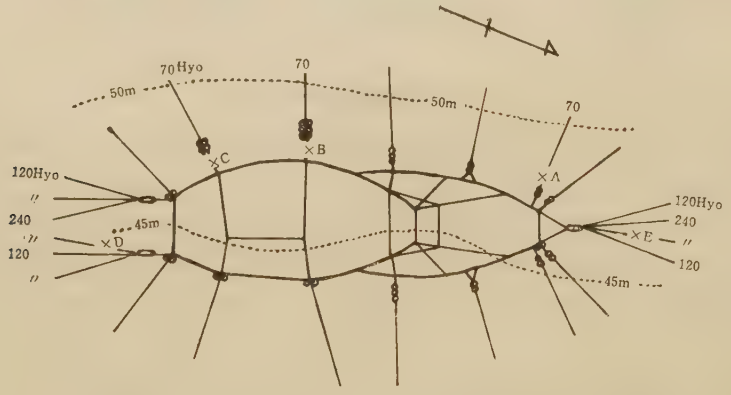


Fig. 3. Showing map of the fishing grounds where the trap net are set and measured position of sand bag line.

これを見ると判る通り，使用した張力計で測定した土俵網の張力と計算張力とは全く一致すると言つてよい．又この網の浮力と固定力，土俵網の太さなどの関係は割合によく設計調整されていることが判る．台と端崎の台の土俵網の張力も略々土俵の数，ロープの破断力に応じてよく分配され，この程度の流れではロープ1本当りの分担張力の過不足は2～5％位におさまつているし，マニラロープ，ワイヤロープの破断力の安全係数は略々10内外となつている．定置網の敷設は主として永い経験に頼つてなされてきたものであろうが，このようにうまく張力を分配し得ていることは驚異に値する．潮流の測定はエクマン・メルツ潮流計によつたものであるが，その測定時間が約36分以内の場合でも，表面と海底間の各層の示した流向に72°の方向差

Table. 1. Result measured on the set-net.

Date		July 1 st, 15h 12′～16h 40′			July 3 rd, 14h 17′ ～14h 46′	July 7 th, 15h 10′ ～15h 46′
Position		A	B	C	D	E
Float	Float	Glass ball (Dia. 12sun)14	〃 14	〃 10	Bamboo (50×4) 1	Iron buy 1
	Condition	1/4 of each Dia through all above surface	1/3 of each Dia 5 among them above surface	All submerged	One end slightly perciptible	All submerged
	Buoyancy	60 kg	240 kg	190 kg	880 kg	1,400 kg
	Depth	47 m	48 m	48 m	45 m	46 m
Sand-bag	Weight per I sand bag	30 kg	〃	〃	〃	〃
	Total attached to buoy	70 Hyo	〃	〃	480 Hyo	720 Hyo
	Per one line	70 Hyo	〃	〃	240 Hyo	〃
Sand-bag line	Material	Manila hemp rope (8bu)	〃	〃	Wire rope (5 bu)	〃
	Length	50 ken+8 k (Nezuna)	〃	〃	40 k+10 k	50 k+10 k
		88 m	〃	〃	76 m	91 m
	Inclination	32.3°	33.0°	〃	36.5°	30.3°
	Corrected	−1.0°	−1.5°	−2.0°	−6.0°	−3.5°
	Calculated tension	116 kg	460 kg	370 kg	1,740 kg	3,120 kg
	Horizontal component		392 kg	316 kg		
Electric resistance	Before setting	25 Ω	〃	〃	27 Ω	〃
	After setting	15.5 Ω	7.5 Ω	10.0 Ω	2.0 Ω	(scale out)
	Calibrated tension	115 kg	400 kg	320 kg	850 kg	>1,100 kg

があり（7月3日と7日の観測），1時間30分の場合には 180° の方向差がみとめられるのは（7月1日の観測）時間差による潮流の方向の差が特に大きかつたためと認められるが，同じ時刻に漁場の各層には流向の異つた流れが存在すると考えてよい．

4．結　　び

以上の測定結果を基礎にすれば，模型実験との組合せによつて，漁場に応じた土俵綱の太さ，土俵綱と土俵の数，浮力の大いさ，固定力，土俵綱の切断する限界や土俵のずれ始める流速などについて知ることができるであろう．張力計は自記式にするとか，同時に数ヶ所で測るとかして網の各方向への土俵効果を時間的に空間的に条件をそろえた上で分析解明し，漁場と網の特性を知らなければならない．更に将来は二重潮，三重潮の中で行う模型実験に進展しなけれ

ばならない．以上の実験測定には水産工学教室の中山，福永，坂元，山田の諸氏が従事した．附記して謝意を表する．

Résumé

With the help of the newly devised "tensionmeter" enabling us to measure the curvature of the spring in a value of electoric resistance-variation, the tension of the sand-bag lopes attached to the yellow-tail trap-net used in Wakasa Bay was measured.

The results got were almost coincided with the value derived from the counting method.

The reliability, if applied for the research of the lines of sand-bag in the various fishing ground, of this instrument would enable us to ascertain the bigness, number, buoyancy, and fixing capacity of each line.

文　　献

（1） 小林，西沢：「噴火湾における定置網の研究（第2報）自記ロープ張力計の試作」北大研究い報 4 (1)，昭和28年

ブリ落網の改良に関する研究（第4報）

底層式附落網の模型実験

金森政治

Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (IV)

——Model Experiment on Trap Net Furnished with Sea Bottom Bag Net——

Masazi KANAMORI

1．緒　　言

原本は昭和28年春に三重県北牟婁郡須賀利漁場で，翌29年夏に静岡県賀茂郡城東村北川漁場で夫々同氏の考案設計による底層式附落網と称する網を敷設してその成績を試験している．この網は第1図に示すように両溜式であるが，一方は普通の落網の箱網であり，一方は海底に導いた嚢網である．実地の試験の結果では，この嚢網にはクロウオ，クロハゲなどの底棲魚族はもちろん，ブリの乗網が目立ち，漁獲成績や網成りなどについても実際に知り得た事項がある．このような網の考案と実地試験は全国でも全く最初のものであつて，将来水面下に敷設される定置網の研究や発達の上に示唆を与える事の多いものがあると思われたので，この網について模型実験を行い，網成りの変化，流水抵抗，土俵のずれなどについて実験資料を得て，次への発展段階の基礎としたものである．

2．実験網と装置

実験に供した模型網はその箱網の構造と資材を実物網のそれと若干異にしただけで，浮子，土俵などの配置，数量は殆んど実物網通りとした．網の重要寸法は第1図の平面図及び側面図に示した通りで，漁場の水深は20尋である．網地，浮子，沈子，土俵，諸綱類の材料，配置についてはここでは省略したが，第1表は実物網の浮力，固定力，沈降力の総計と内訳を示した．模型網は田内博士の「漁網における比較法則」[1]によつて作製したがここでは模型網と実物網との関係諸量は省略した．実験は本学部に新設の実験水路の幅2米の大型対称式回流水槽[2]を使用した．

3．実　験　結　果

1）網成り

網成りの観察は網がうける流向を(a)水流を箱網からうけるとき，(b)嚢網からうけるとき，(c)沖側からうけるときの3つの場合について行つた．第2図は流向別に各流速についての網成りの変化を示したものであるが，どの場合でも運動場の網裾は浮上し易く，又どの場合でも箱網は嚢網よりも甚しく形状が崩れ易い．従つて箱網は乗網可能の限度が小さく且つ一度乗網した魚群も逃逸させてしまうことが知られる．嚢網は何れの場合でも網成りが良好で乗網可能の限度が大きい．

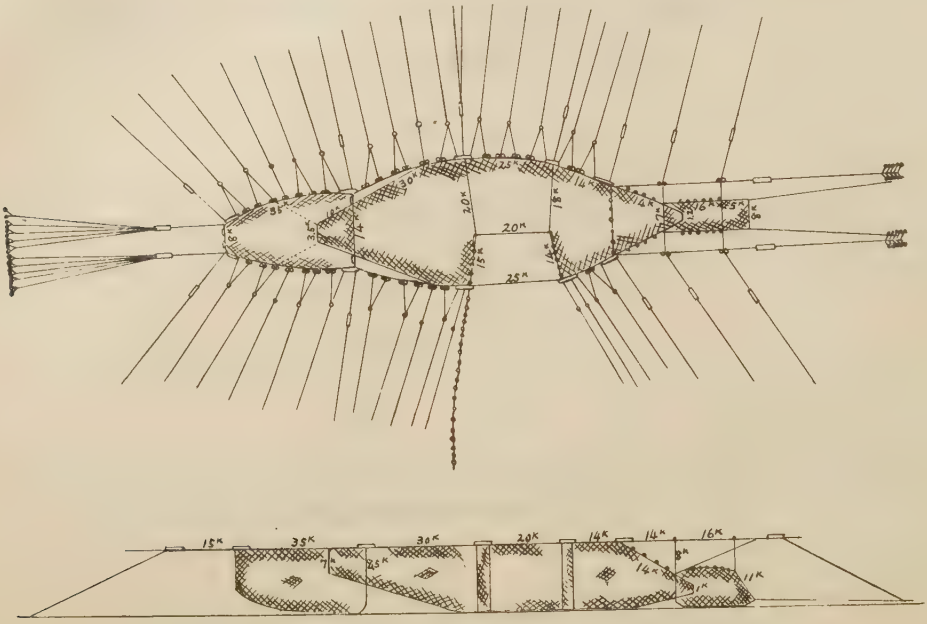


Fig. 1. Main scale and view of trap net furnished with sea bottom bag net.

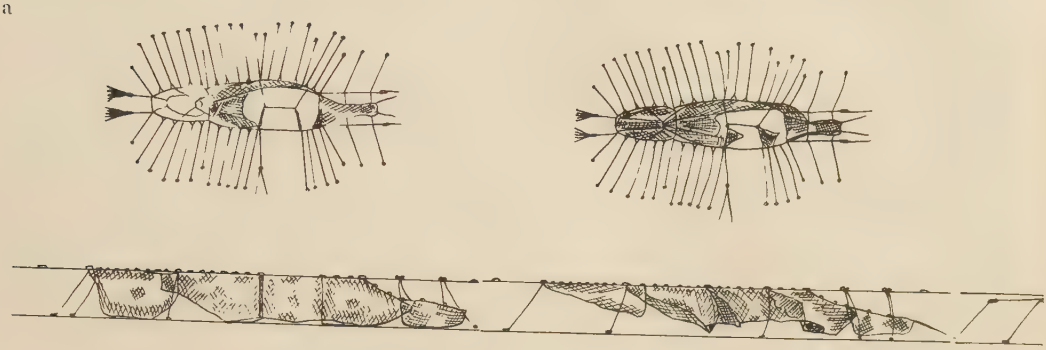
Table 1. Details of buoyancy, fixing and sinking capacity.

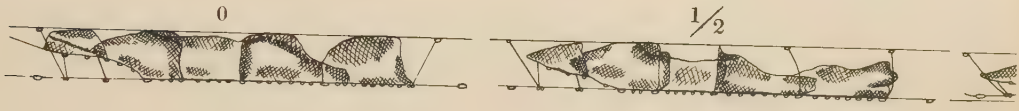
Name		Dai-aba	Hasaki-dai	Oki-gawa	Oka-gawa
Buoyancy 13.8 ton	Bamboo	2.0 ton	2.0 ton	3.13 ton	3.35 ton
	Glass ball			1.66	1.65
Fixing power 3.83 ton	Sand-bags	11.2	11.2	23.62	18.99
		Manila hemp nets	Wire rope	Manila rope	Lead ston
Sinking power 3.83 ton	Nets	0.996			
	Ropes		0.866	0.101	0.172
	Sinker				
	Sand-bag line		0.732	0.958	

2）流水抵抗と土俵のずれ

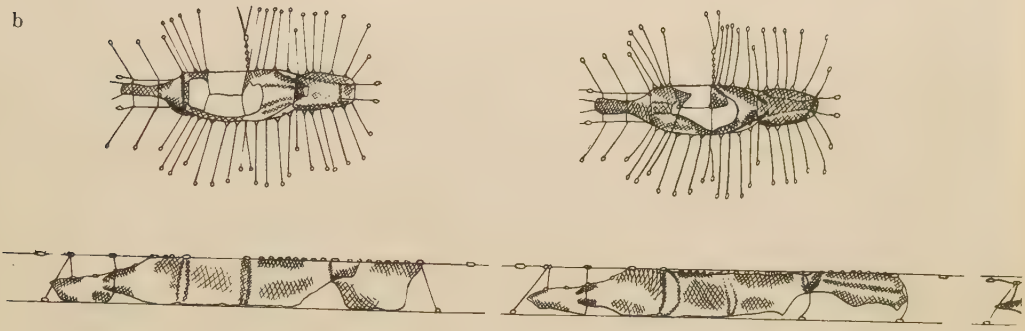
流向別に各流速に対する網地の流水抵抗の量と土俵のずれる流速の限界について測定したものを第3図に示した．図で見る通り，流れを箱網からうけた抵抗が嚢網からうけたものよりもどの流速の場合でも少しづつ小さいことがわかる．これは箱網が嚢網よりも潮上にあつて，しかも箱網の変形の程度が大きいので抵抗が小さくなるためであろう．沖側から流れをうけた場合は最初から流れを遮る網の前面が大きいのでその抵抗も大きい．然し流速による変形が甚しいので1浬時以上になると変形も限界に達して抵抗も殆んど増加しないことが知られる．流速が次第に速くなつて1.6浬時に達すると，嚢網から流れをうけていた場合は25.9トンで，箱網

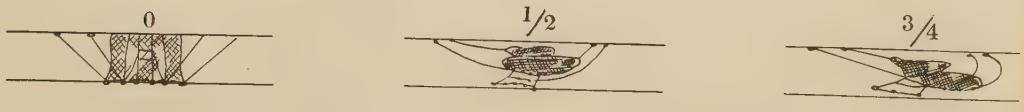
a



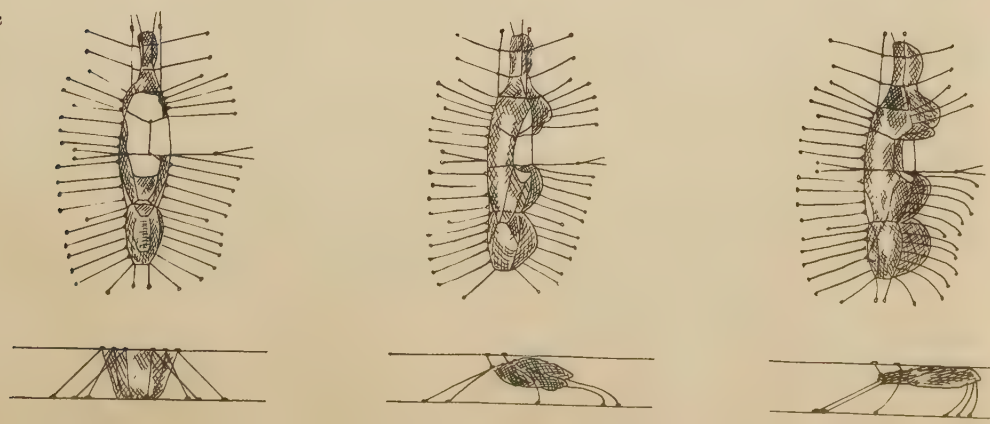


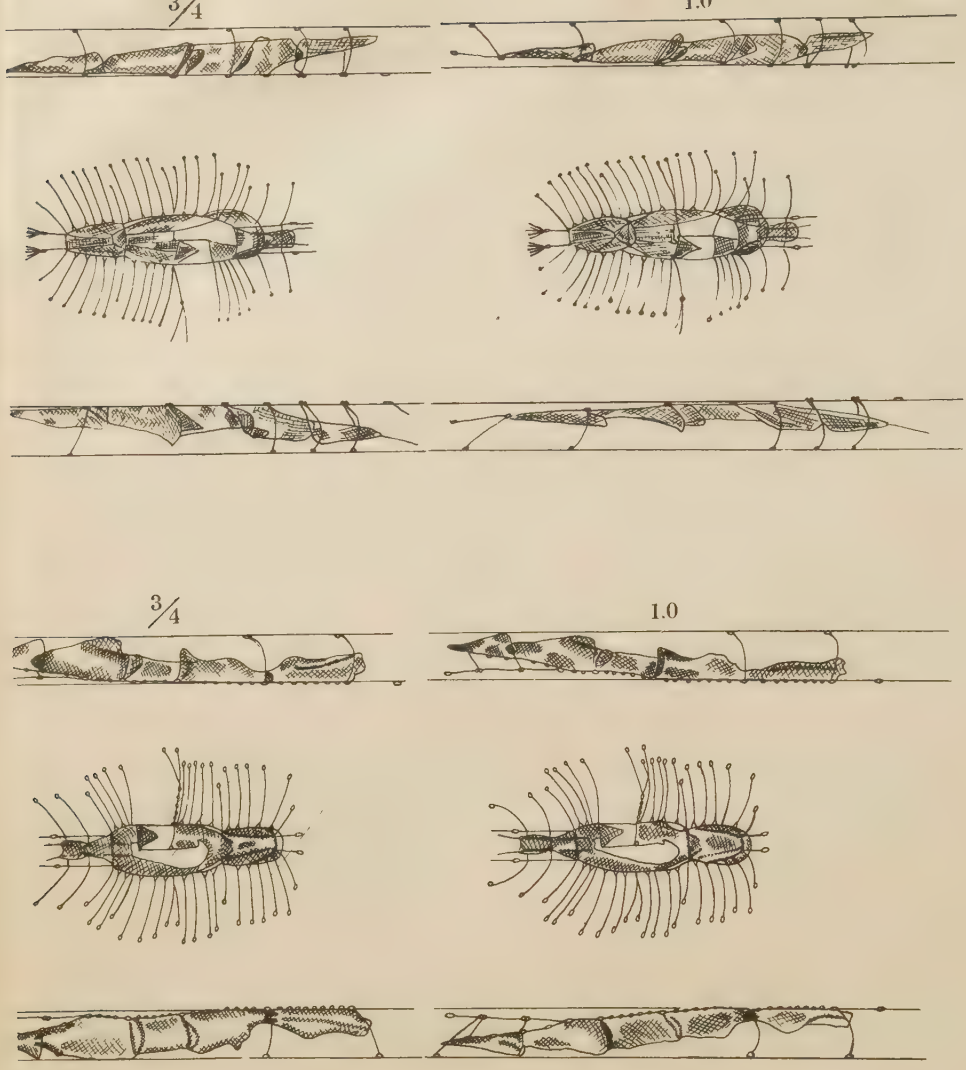
b





c




3/4
1.0
3/4
1.0

からの場合は 23.5 トンで土俵はずれる．沖側からの場合は 1.3 浬時に達すると 24.1 トンで土俵がずれる．抵抗増加の状態をしらべてみると，どの流向の場合も殆んど同じ傾向を示し，網のうける全抵抗を R（トン），流速を V（cm/sec）とすると，$R=KV^n$ の n の値は，流向（a）の場合は 1.9，（b）の場合 1.8，（c）の場合は 1.25 で（a），（b），（c）の順に変形の程度が大きくなることが知られる．K の値は夫々 5.5，9.6，141 となる．

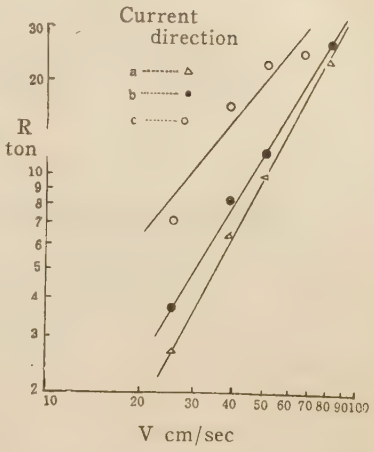


Fig. 3. A stream resistance and the dragging of sand bags.

4．考　　察

この実験結果から本網について構造上改良を必要とすると思われた事項をとりあげると次の通りである．

1）浮力が大き過ぎた．

2）沈子の量が足りなかつたので網裾が海底を離れ易かつた．従つて運動場には底網をつけ，且つ網裾に底つなぎのような潮止め装置をつけて網裾の変形を防ぐこと．

3）流速が増してゆくと箱網は全く性能を失つた．従つて箱網の魚捕の隅に抵抗板のような変形防止装置をつけること．

4）嚢網の長さをもつと長くして，網を持つとき余り力のかからぬようにすること．

本研究に際して模型の製作と実験測定に多大の協力を得た大久保勇麿君，抵抗測定にお手数をわずらわした奈良迫助教授，原稿の御校閲を賜つた田内博士に対して深甚の謝意を述べる．

Résumé

In the bottom trap net devised and constructed by Mr. Haramoto, a common shaped box net of trap type is attached as far on one end of the main net as bag shaped net leading far to the bottom of the fishing ground is on the other.

This bottom trap net was practically put to test in 1953 and in 1954. Noticing its originality and usefulness in the future setting net construction, the writer did some model experiments; as the result of this, the variation of net strain characterized by each current direction and velocity; the limit of current velocity for alluring fishes into the trap; resistive power of the current to the net; dragging degree of the sand-bag; etc. were ascertained.

文　　献

（1） 田内：漁網の比較法則，日水誌．3 (4)，(1934).

（2） 奈良迫，金森：大型対称式回流水槽について，鹿大水産学部紀要．本号

ブリ落網の改良に関する研究（第5報）

底もつた網（富山湾）とサケ改良底建網（北海道）の模型実験

金　森　政　治

Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (V)

——Model Experiment on the Two Different Kinds of Sea Bottom Fixed Nets——

Masazi KANAMORI

1．緒　　言

水面下に敷設する定置網の研究が，将来ブリその他を漁獲する落網の改良に関して，新しい発展の指針を与えるものであると信じ，従来各種の底建網又はこれに類似した網について模型実験的研究を進めてきたが，富山湾氷見灘浦における底もつた網（壺網とも言う）及び北海道立水産試験場網走支場が実地試験を行つたサケ改良底建網[1]について模型実験を行つたのでその結果を報告する．

底もつた網は富山県では壺網とも呼ばれ，ハチメ，クロダイ，イシダイを漁獲するが，一般に言うところの壺網ではなく，又底建網とも趣きを異にし，網全体が全く水面下に没するものではなくて運動場の網肩が水面にあつて，その左右の登網，嚢網を水面下に導いた両溜式で，いわゆる中層式落網とも言うべきである．氷見灘では水深15尋以深の海区には敷設されていない．この種の網の模型実験については，かつて筆者の改良サケ，マス定置網の模型実験[2]がある．

サケ改良底建網は昭和26，27両年に実地試験が行われ，従来のサケ落網の形式にとらわれずに，純然たる底建網漁法によつたもので漁具は全く水面下に没している．試験結果はその成績が頗る良好で，サケの乗網の外にヒラメ，ホッケ，カレイなどの漁獲の多いことは他のサケ落網には見られない事実であつて，業者の注目するところ多いものがあつた．これらの網については，水の流れに対する網成りや流水抵抗，土俵のずれなどについて詳かにされていないので，これらを究明すると共に漁具構造の改良について二，三の知見を得たものである．

2．実験網と装置

模型網は田内博士の「漁網の比較法則」[3]によつて，底もつた網は1/75，サケ改良底建網は1/200のものを作製した．模型網と実物網の関係諸量は省略した．網の重要寸法は第1図と第5図に示す通りで，網地，浮子，沈子，土俵，諸綱類の材料，配置については省略したが，実物網の浮力，固定力，沈降力の総計と内訳を第1表及び第2表に示した．模型実験は本学部の大型対称式回流水槽を使用し，底もつた網は水深8尋，サケ改良底建網は水深18.5尋に相当する深さに建込んだ．

3．実　験　結　果

1）底もつた網

（1）網成り

網成りの観察は網がうける流向を，(a)流向を身網に並行に嚢網からうけたとき及び(b)流向を沖の側からうけたときの2つの場合について行つた．

(a) 流向を嚢網からうけたとき

第2図に示した通り，流速が次第に増加するに従つて側張りが潮上の方から沈んで前傾姿勢をとり，潮上の嚢，登網，運動場が細くなり，潮下ではこれらは夫々外側にふくれて太くなる．登り口前の網裾は1.0浬になつても崩れないのでこの部分では，入網に支障がないと認めるが，3/4浬時から垣網と障子網の変形が甚だしくなり，網裾が浮上して障子網と接近するので，端口では入網が困難となつてくる．網全体の前傾姿勢は急であるが，潮下の嚢網だけが沈んで海底と接するようになる．運動場の側網と登りの口前の網裾が浮上しないのはこの部分に装置した立碇の効果によるものであろう．

(b) 流向を沖の側からうけたとき

第3図に示した通りであるが，運動場の沖の側網は立碇を使用した効果によるものであろうか運動場内に湾入する程度が少く，登網，嚢網共に流速の増加にともない潮下に吹かれる程度が大きい．3/4浬時では側張りは全部沈み，登網と嚢網の夫々の側と敷との縫合線が一直線に緊張し，登り口前の沖側の立碇がずれる原因となつた．流速1浬時では前傾姿勢が急となつて乗網は困難である．

（2）流水抵抗と土俵のずれ

(a) 流向を嚢網からうけたとき

1/4浬時の流水抵抗は0.084トン，1/2浬時で0.372トン，3/4浬時で0.741トン，1浬時で0.815トンで1浬のとき嚢尻の土俵がわずかにずれる．1.13浬時で嚢尻土俵は2.5間，カモイ土俵は1間ずれて止り，ずれた直後の流水抵抗は1.203トンであつた．

(b) 流向を沖の側からうけたとき

1/4浬時の抵抗は0.074トン，1/2浬で0.42トン，3/4浬時で0.83トン，1浬時で1.48トンで土俵はいづれもずれないが，3/4浬時で左右の登網が潮下に吹かれて側網と敷網との縫合線が特に緊張するため登り網の口前の沖側の立碇1個がずれる．1.19浬で中胴張，側胴張，側張り

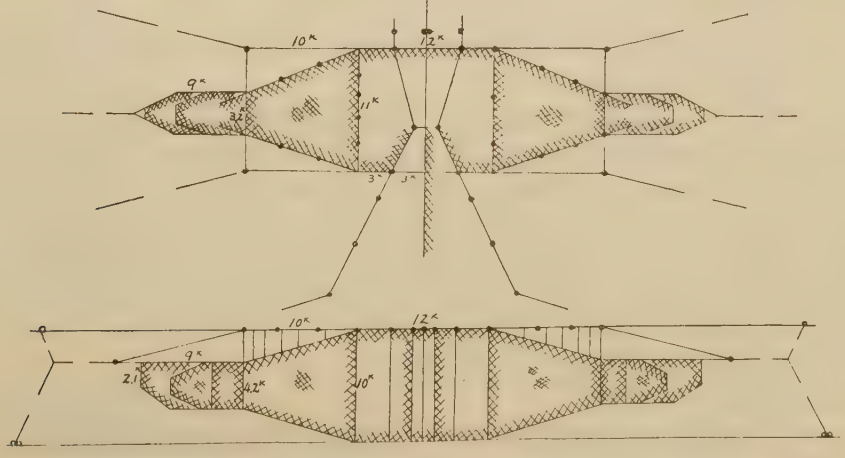


Fig. 1. Main scale and view of Bottom-trap Net of Toyama Bay.

Table 1. Details of buoyancy, fixing and sinking capacity.

Buoyancy 629.4 kg (555.9)		Kamoi	Yabiki	Oki-gawa	Oka-gawa	Kaki
	Glass ball	96.2 kg	96.2 kg	177.2 kg	217.8 kg	(555.9 kg)
	Bamboo	21.0	21.0			
Fixing power 4.56 ton (2.25)		Kamoi	Yabiki	Oki-gawa	Oka-gawa	Kaki
	Sand-bags	1.05 ton	1.05 ton	1.05 ton	0.6 ton	
	〃 (Tati ikari)			0.32	0.49	(2.25 ton)
		Cotton nets	Manila rope			
Sinking power 151.9 kg (116.9)	Nets	67.61 kg (48.8)				
	Ropes		43.6 kg (24.54)			
	Sand-bag line		40.69 (43.6)			

( ) = Kaki-ami.

の沖，嚢尻の各土俵が全部1間位づつずれて止む．土俵のずれた直後の流水抵抗は1.902トンであつた．

網のうける全抵抗を R（トン），流速を V（cm/sec）とすると $R=KV^n$ の n の値は，流向（a）の場合は1.8，（b）の場合も1.8で，流速の増加による抵抗増加の割合は殆んど変らないが，身網に並行に流れをうけた方が，沖側からうけたものよりもやや変形が大きく，抵抗が少いことがわかる．K の値は夫々0.96，1.2を得た．流水抵抗と土俵のずれについては第4図に示した通りである．

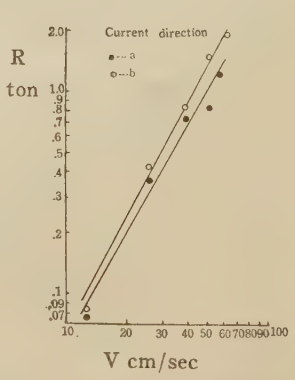


Fig. 4. A stream resistance and the dragging of sand bags.

2）サケ改良底建網

（1）網成り

網成りの観察は網がうける流向を，（a）流向を身網に並行に嚢網からうけたとき及び（b）流向を沖の側からうけたときの2つの場合について行つた．

（a）流向を嚢網からうけたとき

第6図に示す通り，1/4浬時では垣網の浮子方が潮下に吹かれるのが目立つだけで網成りは良好である．中央部の網の高さは7間となる．1/2浬時では，網の高さはやや低くなり，潮上に向つて前傾姿勢をとるが網の形状は崩れない．3/4浬時で網の高さは益々低くなり，潮上の嚢網の立揚が吹かれる．漏斗網は細く且つ天井が低くなるが，これは嚢の天井から吊ることになつているから入網可能である．潮下では網成りは良好．垣網は吹かれるが網裾は浮上しない．1浬時では，3/4浬時の程度が増大し，潮上における沈みが大きくなり，嚢の立揚が水平に近く吹かれるので，漏斗の口を塞ぎ入網不能となるが，潮下では乗網可能である．垣網の高さも低くなる．1.25浬時で身網の潮上半分がずれてしまう．

（b）流向を沖側からうけたとき

第7図に示した通り1/4浬時で前傾姿勢をとり，嚢網は吹かれるが網裾は浮上しない．1/2浬時でこの姿勢は更に急となり，網の高さは低くなり，胴網，嚢網は一層吹かれる．潮上，潮下

Fig. 2

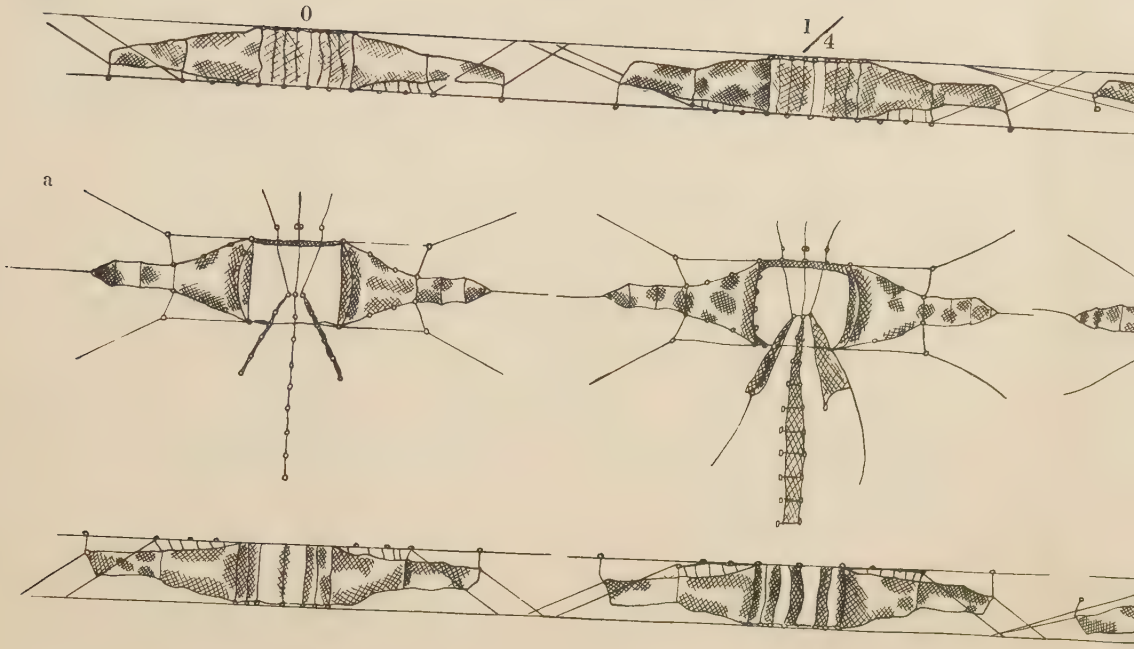
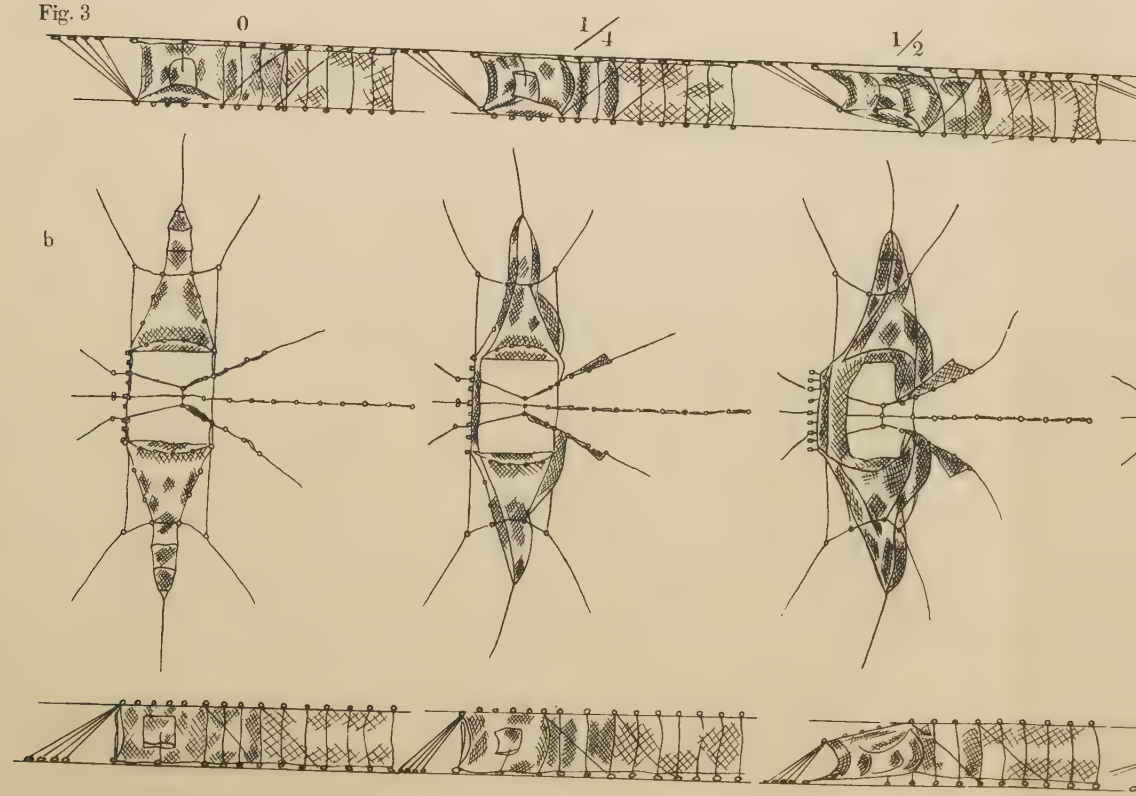
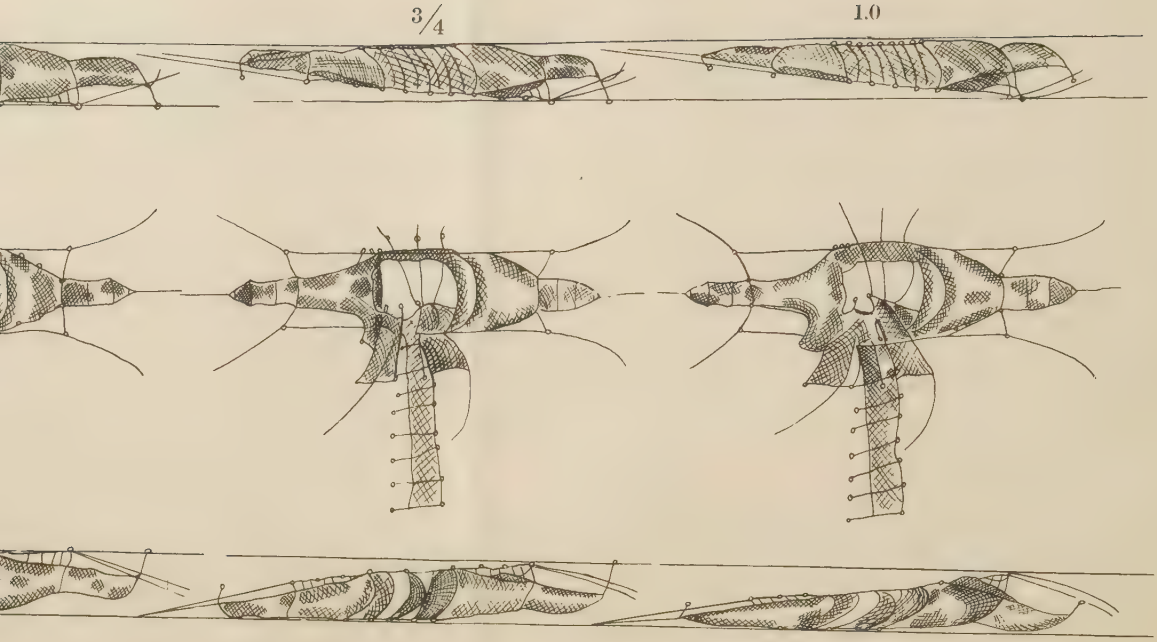
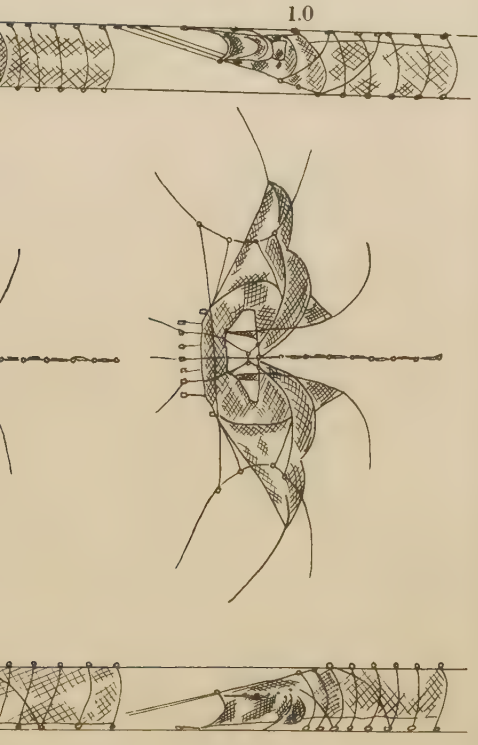


Fig. 3




3/4
1.0


1.0

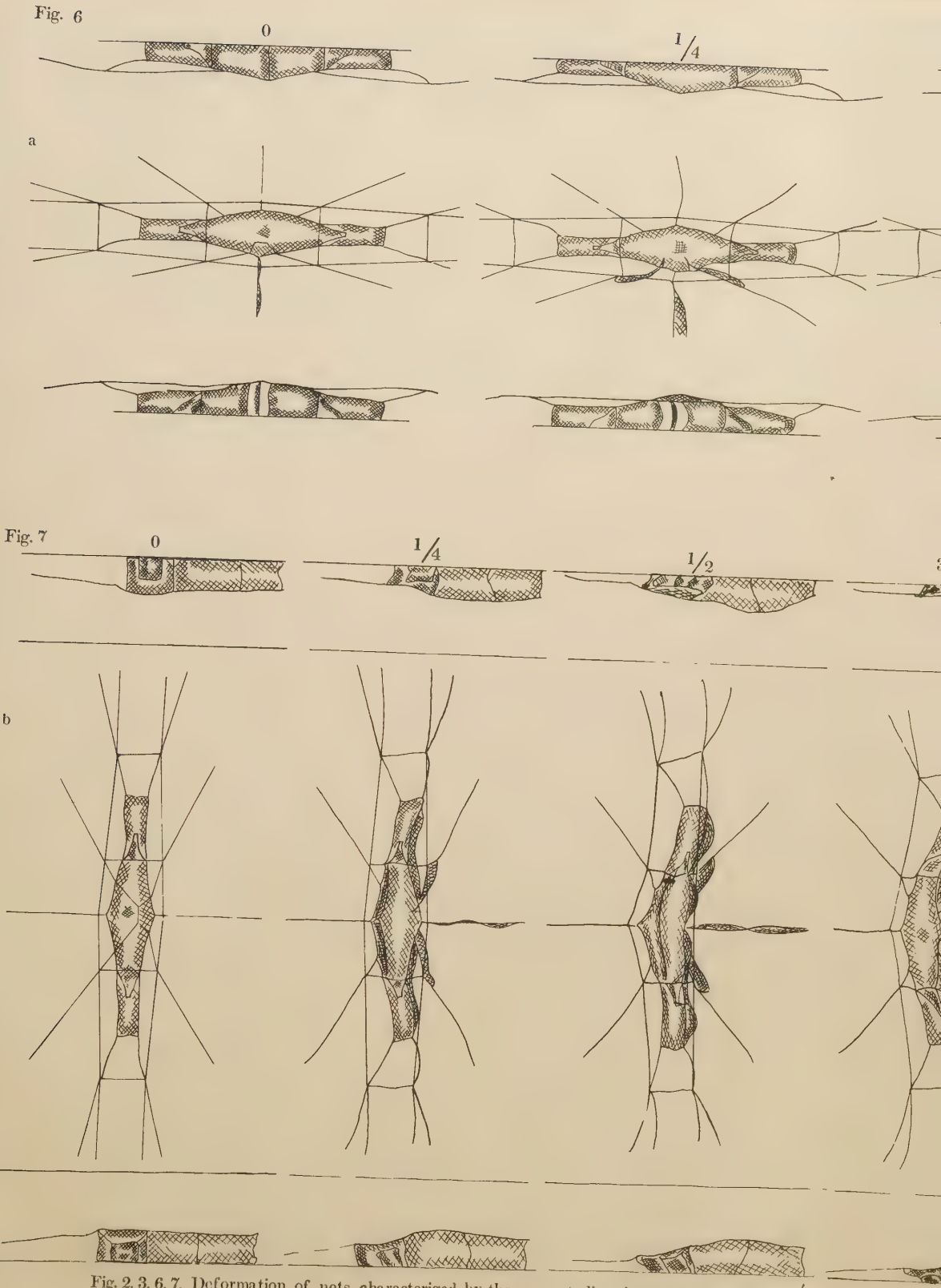
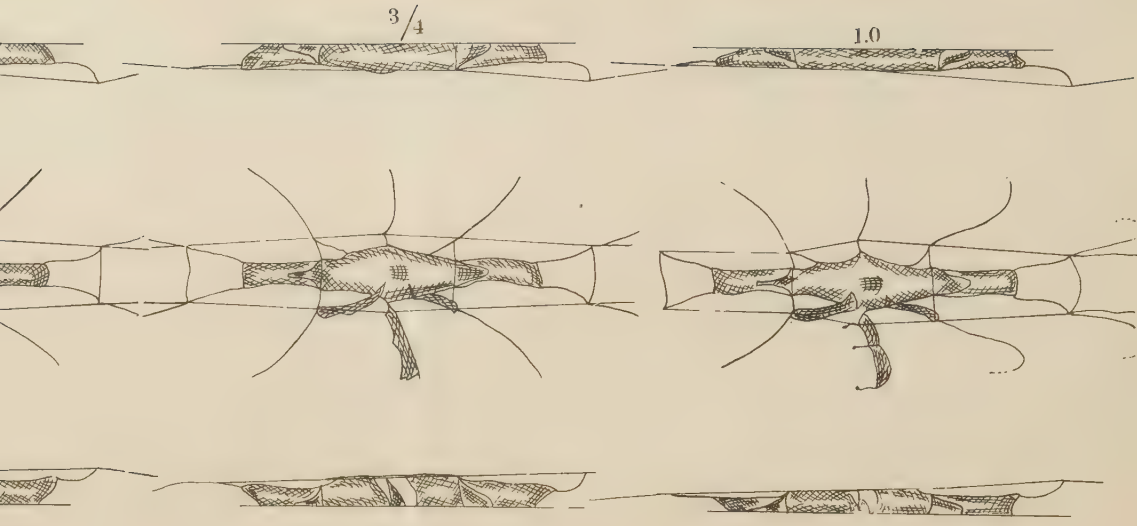


Fig. 2. 3. 6. 7. Deformation of nets characteriged by the current direction and velocity, (mile/hour).


3/4
1.0

1.0

共に乗網可能であるが，3/4 浬時において網がずれて正常な形状を失い，1浬時において網は流失してしまう．

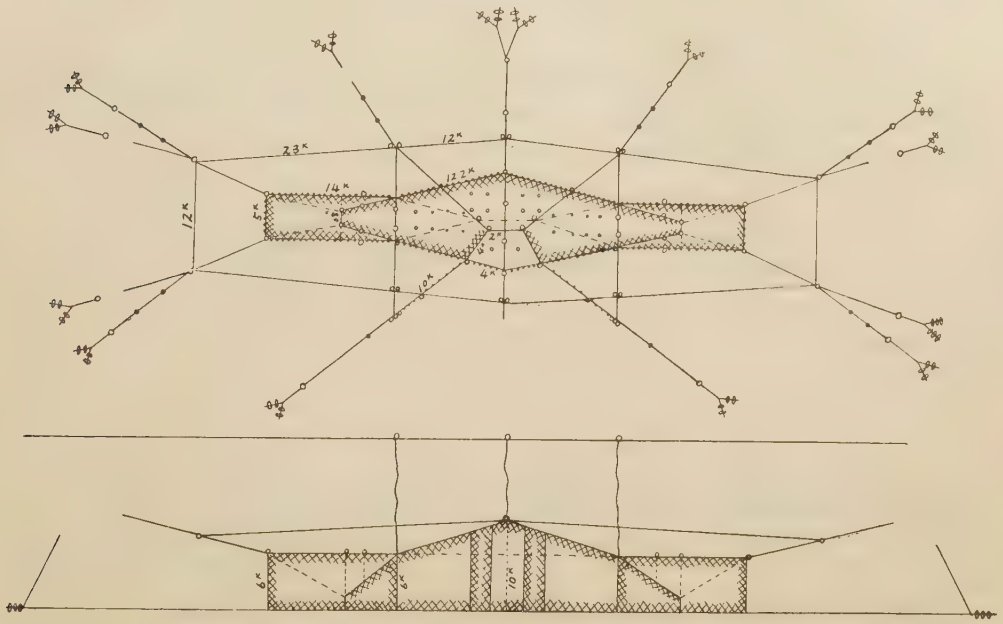


Fig. 5. Main scale and view of improved Bottom Fixed Net in Hokkaido.

Table 2. Details of buoyancy, fixing and sinking capacity.

Buoyancy 574.74 kg (591.52)		Mi-ami	Kaki-ami			
	Glass ball	574.74 kg	(591.52 kg)			
Fixing power 5.25 ton (4.95)				Oki-gawa	Oka-gawa	Kaki-ami
	Sand-bags	1.8 ton	1.5 ton	1.35 ton	0.6 ton	(4.95 ton)
		Cotton nets	Manila twine nets	Manila rope	Straw rope	Seto.
Sinking power 1.145 ton (969.7 kg)	Nets	64.46 kg (3.37)	(57.38 kg)			
	Ropes			75.69 kg (66.38)		
	Sand-bag line			137.0 (97.05)	759.49 kg (642.64)	
	Sinker					108.18 kg (102.85)

( ) = Kaki-ami.

(2) 流水抵抗と土俵のずれ

(a) 曩網から流れをうけたとき

1/4 浬時の流水抵抗は 0.107 トン，1/2 浬時で 0.215 トン，3/4 浬時で 0.857 トン，1浬時で 1.4 トンで，いづれの土俵もずれない．1浬を超えると潮上カモイ土俵網4本が夫々約13間も

ずれ，沖，陸の側のヒラキの土俵網も夫々10間，12間ずれて止つた．このときの抵抗はおそらく1.8トン以上のものが，かかつたであろうが，1.25浬時のずれた直後の流水抵抗は1.61トンであつた．

(b) 沖側から流れをうけたとき

1/4浬時の抵抗は0.175トン，1/2浬時で0.366トン，このとき側張りのヒラキと右のカモイの土俵とが僅かに動いて止る．3/4浬時でマトモの土俵，ヒラキの土俵が夫々15間，カモイ土俵も10間，12間ずれ，流水抵抗は1.151トンであつた．1浬時では全く網が流失し，このときの抵抗は1.673トンとなる．

この網にかかる全抵抗をR(トン)，流速をV(cm/sec)とすると，$R=KV^n$のnの値は流向が(a)の場合は1.66，(b)の場合は1.62で抵抗増加の割合は両者殆んど変らない．Kの値は夫々1.63，2.7が得られた．これらに関しては第8図に示した通りである．

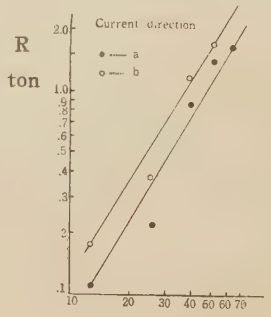


Fig. 8. A stream resistance and the dragging of sand bags.

4．考　　察

以上の模型実験結果からこれらの網の構造について次のことが言える．

1）底もつた網

(1) 垣網と障子網が接近し，即ち端口附近における変形が甚しいため入網をさまたげるものと思われるので，障子網は缺除してもよい．又垣網先きも運動場内に入れぬ方が可と思う．

(2) 登網の口前の浮上しなかつたのは，この網全体として余剰浮力の無いために因るものであろうが，又立碇の効果によるものが多いためでもある．然し沖の側から流れをうけたとき3/4浬でこれがずれているものがあつたから，この部分の固定力を増すべきである．

(3) 運動場の沖の側網に並べた立碇は必要以上に多いと思われるので1/2又は1/3に減じてもよく，又運動場に敷網をつける必要がある．

2）サケ改良底建網

(1) 網裾は浮上しなかつたが運動場に敷網がついているので不安が無い．

(2) 嚢網間の力綱（左右の嚢網の口前を連結する綱）は必要が無いと思う．この綱に力がかかり過ぎると互いに嚢の口前を狭くさせるからである．

(3) 運動場の中央部の高さを特に高くする必要はない．流れに対して直ぐに低くなつたからである．

(4) 嚢網の立揚が吹かれて漏斗の口を塞ぐので，これを防ぐために立揚の左右下隅を拡張するように抵抗板を装置するとよい．

(5) 沖の側から流れを受けたとき，流れに対する表面積が大きいから側張りの土俵網の数が少いと，即ち隣り合わせる土俵網の間隔が大きいと，各々の土俵網が受けもつ流水抵抗も大きくて，どれか1本がずれ易いと全部の土俵がずれる原因となる．従つて土俵網の数を増すか或は固定力を増さねばならない．

本研究に際して模型の製作と実験測定に多大の協力を得た小島洋一，田中敏之，木尾隆士の3君と原稿の御校閲を賜つた田内博士に対して深甚の謝意を表する次第である．

Résumé

Some model experiments were done about bottom-trap fishing net of Toyama Bay and improved bottom fixed frame net for catching salmon in Hokkaido; as the results of these the following items were clarified of each net:

1) Variation of net strain characterized by each current direction and velocity.
2) The limit of current velocity for alluring fishes into the trap.
3) Resistive power of the current to the net.
4) Dragging degree of sand-bag.
5) Some defects in the construction were pointed out with a view of making some improvements.

文　　献

（1） 小塙，山本：漁具漁法（改良底建網による）試験報告：北海道立水産試験場網走支場（昭和26年）
（2） 金森：改良鮭鱒定置網の模型実験報告：北海道水産試験場復命書（昭和19年）
（3） 田内：漁網の比較法則，日水誌，3.(4),(1934).

マグロ延繩漁具の構造による漁獲性能に関する研究（第Ⅰ報）

延繩漁具における釣鉤の深度別漁獲の相異について

盛　田　友　弐

Studies on the Catch Efficency Derived from the Difference in the Construction of Tuna Long-Line Gear (I)

——On the Catch Difference from the Each Depth of Hook in the Long-Line Gear——

Tomokazu MORITA

1．緒　　言

マグロ延繩漁具は浮延繩漁具であつて，その構造は目的魚及び漁業者の経験的な考えにより，夫々多少その内容を異にしているようであるが，Fig. 1 のような幹繩，枝繩，釣鉤，浮繩の基本的な構造についてはほとんど変りないのである．そのマグロ延繩の海中における形状は chemical tube による基礎的な実験[1]の結果において，略々 catenary 形状をなしており，これに装着した釣鉤は自から夫々その深度を異にしている．又操業試験の結果によれば，釣鉤の深度によつてその漁獲率が相当異なつているようである．（Table 1. a, b, c）現在釣鉤の深度別漁獲差をそのまゝ游泳層の推定資料となしているようである．

しかして本稿では多くの調査機関の資料に基づき，マグロ延繩漁具における釣鉤の深度別漁獲差について，その有意性を統計的に吟味し[2]，又その要因の考究を進め，更にこれを游泳層推定の資料となす場合の妥当性について検討を試みたのである．

2．釣鉤別漁獲率とその深度

マグロ延繩漁具の釣鉤別漁獲率と釣鉤深度に関する資料を蒐集し，漁場ごとに整理して Table 1. a, b, c のように示した．

このTableの釣鉤深度は catenary の計算[3]あるいは chemical tube の装着実験によるものであり，前者は極めて平均的な深度を示し，後者は chemical tube が装着された一部の釣鉤深度によつて表示されている．しかしいずれによつても釣鉤深度の概略を推定することは出来ると思う．

釣鉤5本附延繩漁具は一般に最も広く使用されており Fig. 1 のように1鉢の漁具に5本の枝繩を結着した構造のものであつて，この構造による漁具の釣鉤別漁獲率を調べ

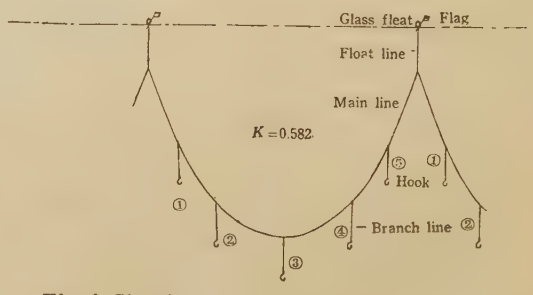


Fig. 1. Showing form of catenary of tuna long-line in sea-water.

Remark: By Result of fishing test in the Indian Ocean in January 1956.

Table 1. Averege catch rates* of tuna** and depth for earch hook of long-line gear.

a. Results of inquiry by 5-hook gear.

Fishing ground (Mark)	1°～6°N 153°～170°E (A)		3°～5.5°N 140°～142°E (B)		9.5°～12.5°N 116°～145°E (C)		0°～8°N 174°～176 E (D)		6°～14.5°S 95°～104°E (E)		5°N～15°S 41°～52 E (F)	
Period	1951. 1. 17 ～ 2. 27		'53. 9. 3 ～10. 3		'54. 11. 15 ～'55. 3. 24		'55. 7. 27 ～ 9. 28		'56. 1. 12 ～ 3. 5		'55. 11. 7 ～56. 2. 11	
Hook No.	C. R.***	Dep.****	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.
①	1.393	—	2.292	66	1.262	83	2 098	84	2.609	78～ 81	7.52	72～ 84
②	3.697	—	3.691	96	2.391	123～124	3.708	120	7.596	109～115	12.32	90～120
③	5 572	—	3.730	126	3.303	141～152	3.947	157	8.926	123～134	11.36	110～140
④	3.862	—	4.040	96	2.293	123～124	2 973	120	7.033	109～115	7.29	90～120
⑤	1.066	—	1.865	66	1.143	83	2.570	84	2.864	78～ 81	3.59	72～ 84
No. of fishes	907		402		900		1417		1135		1239	
Times of fishing	18		9		31		30		15		30	
Inquiring vessel	Fuji Maru		Miyazaki Maru		Miyazaki Maru		Sinyō Maru		Keiten Maru		Daifuji Maru	

b. Results of inquiry by 6-hook gear.

Fishing ground (Mark)	2°～9°N 160°～177°E (G)		0.5°N～10°S 121°～126.5°E (H)	
Period	1951. 6. 17 ～ 9. 2		'52. 6. 21 ～ 8. 13	
Hook No.	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.
①, ⑥	1.576	—	3.228	72～ 81
②, ⑤	2.664	—	3.284	103～120
③, ④	4.172	—	4.417	110～141
No. of fishes	2204		193	
Times of fishing	39		7	
Inquiring vessel	Sagami Maru		Kagoshima Maru	

c. Results of inquiry by 4-hook gear.

Fishing ground (Mark)	10.5°～12.5°S 118°～121.5°E (I)		6°～14.5°S 95～104°E (J)		5°N～15°S 41°～52°E (K)	
Period	1953. 10. 28 ～12. 10		'56. 1. 12 ～ 3. 5		'55. 11. 7 ～'56. 2. 11	
Hook No.	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.	C. R.	Dep.
①, ④	3.561	84	4.691	118～122	9.05	84～118
②, ③	4.996	112	6.927	144～154	14.82	124～166
No. of fishes	846		227		2699	
Times of fishing	17		15		30	
Inquiring vessel	Iwate Maru		Keiten Maru		Daifuji Maru	

Remark: By the catch data from some examination facilities.

* Number of fish per 100 hooks.

** Species……Yellow-fin Tuna (*Neothunnus macropterus T. & S.*)
Big-eyed Tuna (*Parathunnus sibi T. & S.*)
Albacore (*Germo germo L.*)

*** C. R.: Catch rates

**** Dep': Depth

た結果はTable 1. a である．しかしてこの延縄の海水中の catenary 形状において，釣鉤の①と⑤，②と④は夫々対象的な位置にあり，計算上同深度(3)を示すことになる．又これらの釣鉤ごとの漁獲率も Table 1. a のように互に略々類似している．故に夫々の組を一諸にし釣鉤の深度別漁況として報告しているところもある．

釣鉤4，6本附延繩漁具による調査は極めて少なく，この漁具による資料は Table 1. b，c のようである．これらの漁具の釣鉤はその catenary 形状において，すべて対象的な配置となるので，同深の2本の鉤を一諸にして，釣鉤の深度別漁況を示している資料がほとんどである．これらの資料によれば，漁場ごとの釣鉤深度に差があるにかゝわらず，釣鉤別の漁獲率は一応いずれの漁場においても，釣鉤が深くなるに従つて高率となつているようである．この点に関して，統計的に次のように検討を試みたのである．

3．釣鉤別漁獲の相異

釣鉤5本附延繩漁具の資料によつて，マグロ類の漁獲が漁場別に，又釣鉤の深度別に有意の差異が認められるかについて検討を試みたのである．

Table 1 において，漁場別資料をA, B, C, D, E, Fの6群とし，又釣鉤の①と⑤，②と④は夫々同深であり，同一条件のもとにあると考え，夫々の資料を同級に扱い，釣鉤深度の上，中，下層別資料を X, Y, Z の3級とする．しかして釣鉤①と⑤，②と④の資料は統計的な計算をする場合なるべく任意性を持たすため，各群交互に資料を採用したのである．これを整理すると Table 2 のようになる．

Table 2. Catch rates of tuna by group and class.

Class *	Group **						Total
	A	B	C	D	E	F	
X (①, ⑤)	1.39	1.87	1.26	2.57	2.86	3.52	13.47
Y (②, ④)	3.70	4.04	2.39	2.97	7.03	7.29	27.42
Z (③)	5.57	3.73	3.30	3.95	8.93	11.36	36.84
Total	10.66	9.64	6.95	9.49	18.82	22.17	77.78

* Hook-unit.　　** Fishing ground unit.

この Table において，級間及び群間の夫々の差異について有意性を調べるのに，この資料に関して分散分析を行つてみた．その計算の結果は Table 3 のようである．

Table 3. Calculation of variance ratio.

Factor	Sum Square	Degree of freedom	Variance	Variance ratio
Class	46.138	2	23.069	21.164 ($=F^2_{10}$)
Group	61.268	5	12.254	11.242 ($=F^5_{10}$)
Error	18.513	10	1.090	
Total	125.919	17		
Remark	$\sum(x_i-\bar{x})^2$	$n-1$	$\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{n-1}$	$\frac{u^2}{v^2}$

即ち級の分散比 $F_{10}^{2} = 21.164 > 7.56\ (1\,\% - df = 2)$

群の分散比 $F_{10}^{5} = 11.242 > 5.64\ (1\,\% - df = 5)$

となる．故に級間及び群間の各々の差異は非常に有意である．即ち漁場別にも，釣鉤の深度別にもその漁獲率の差異は非常に有意であるのである．

しかして漁場別による漁獲率の差の有意性には生物学的にあるいは非生物学的に極めて種々複雑な環境要因が考えられるが，本稿の論ずるところでなく，こゝでは釣鉤の深度別漁獲差について更に検討を進めるのである．たゞ以上の計算結果においては，マグロ類の漁獲率は夫々の漁場別によりほとんど（99％）相異しているという状態において，なお各漁場の釣鉤深度別によつてもほとんど常時（99％）相異するものであると考えられるのである．

前記のように釣鉤の深度別漁獲差は非常に有意であるが，各釣鉤の深度間の漁獲差が何ほどであるかについて，Table 2 のXとY，YとZの各間の差の有意性及びその母集団の平均値の範囲を検討してみた．先づXとY，YとZの各差及びその標準偏差を計算するとTable 4 のようになる．

Table 4. Difference of catch rates between the classes of Table 2 and the standard deviation.

	A	B	C	D	E	F	Mean	Standard deviation
Δ_P(Y−X)	2.49	2.17	1.13	0.40	4.17	4.77	2.52	1.693
Δ_Q(Z−Y)	1.87	−0.31	0.99	0.98	1.90	3.07	1.58	1.155

この Table において，各差 Δ_P, Δ_Q の t 量* を計算すると

$t_P = 3.646 > 2.571\ (5\,\% - df = 5)$

$t_Q = 3.352 > 2.571\ (5\,\% - df = 5)$

となり，いずれも有意の差のあることが認められる．しかるときその差の母集団平均 m** を算出すると

$m_P = 2.52 \pm 1.78\ (5\,\% - df = 5)$

$m_Q = 1.58 \pm 1.21\ (5\,\% - df = 5)$

となる．即ち 95％の信頼限界において，YとX及びZとYの各差の平均値の範囲は夫々 0.78～4.34 及び 0.37～2.79 となつて，釣鉤が深くなるに従つて好漁獲率を示している．

即ちこのような釣獲現象はほとんどいずれの漁場においても起るのであろうと考えられる．

4．釣鉤別の摂餌反応

前項のように釣鉤の深度別漁獲率が各漁場ごとにほとんど必然的に相異するものとすれば，この要因を直ちにマグロ類の游泳層によるものであると考え，これをその推定資料とすることはいささか妥当性を欠くように思われる．又若しこのように考えるとするならば，その場合は深度別の釣鉤がマグロ類の摂餌反応に関して，同一条件のもとにあるべきである．しかるにマグロ延縄漁具は海水中において常に Fig. 1 のような catenary 形状をなすものと考えられ，幹縄に

---

* $t = \dfrac{|\bar{x} - m|}{S}\sqrt{n}$ ** $m = \bar{x} \pm \dfrac{S}{\sqrt{n}}t$

結着された枝繩及び釣鉤は自から Fig. 1 のような配置になり，その摂餌反応について必ずしも同一条件にあると思われない．即ち Fig. 1 において，最下位の釣鉤③は最も障碍の少ない位置にあり，中間位の釣鉤②，④はそれ自体が結着されている幹繩が夫々障碍となつている．又最上位の釣鉤①，⑤は②，④の場合のような障碍の外に，その繩鉢の前後に隣接している他の繩鉢の⑤′，①′の釣鉤及びその枝繩，幹繩が極めて接近しており，夫々互に障碍となつているものと考えられる．即ちこの釣鉤の深度別障碍度が当然マグロ類の摂餌反応に影響し，その反応は③の釣鉤に最も多く，次で②，④の釣鉤であり，①，⑤の釣鉤が最も少なくなるものと考えられる．なお延繩漁具の海水中における catenary 形状は極めて必然的なものであれば，これが影響して起るであろうと思われるマグロ類の釣鉤別摂餌反応の多少も必然的なものであると考えられる．故に前項のように統計的にほとんど必然的であると考える釣鉤の深度別漁獲の有意性は，その要因をマグロ類の游泳層であると考えるよりは，むしろ釣鉤別摂餌反応の差異であると考える方が妥当であるように思われるのである．しかしこの点については，なお今後の多くの操業実験の結果によつて結論さるべきであろう．

5．要　　約

マグロ延繩漁具は海水中において実験の結果，catenary 形状をなすものと考えられている．しかしてこの漁具の幹繩に結着されている釣鉤は自から深度を異にする．又多くの操業試験の結果について統計的に検討すると各漁場の釣鉤深度の如何にかゝわらず，夫々の漁場は殆どすべて釣鉤が深くなるに従つて好漁獲率を示しているようである．

しかして前記のように延繩漁具は海水中で catenary 形状をなすので，その各釣鉤はマグロの摂餌反応に対して深度別に同一環境になく，釣鉤ごとの漁獲は，その各釣鉤が同一条件のもとにおかれて操業された結果によるものでないと考えられる．故にこの点を無視して，その釣鉤の深度別漁獲差の要因をマグロの游泳層であると考え，直ちにその推定資料となすことは妥当でないように考える．即ち延繩漁具の釣鉤の配置は夫々マグロ類の摂餌反応に影響し，その反応は最下位の釣鉤に最も多く，次に中間位，最上位の順に少なくなるものと考えられる．又漁場における多くの調査資料による統計的な検討において，釣鉤別の漁獲はいずれの漁場でもほとんどその釣鉤が深くなるに従つて好漁となつており，前記の釣鉤の深度別摂餌反応の変動と同様な傾向がみられる．即ちこれが釣鉤の深度別漁獲差の要因となると考えるのが妥当であろう．しかしこの点については，なお今後の調査研究にまつべきであろうと考える．

終りに臨み，本研究をなすに当り多大の御教示を賜わつた藤田助教授並に資料の整理に御協力下さつた崎元，今井両君に深く感謝の意を表する．

Résumé

As to the tuna long-line gear two facts were already clarified,……first, that under the sea water it forms a kind of catenary; and, second, that the sinking degree of each hook is to be influenced by the shifting position of the connecting point of the hook on the main line.

By making a statistical research on the catch data from some examination facilities, the following results were obtained:

1) In case of using the gear consisted of the same build, though this is a quite natural process, the more its sinking degree increases in depth the more became large its catch rates.

2) The main factor of the above mentioned phenomenon was considered to be attributed to the varying degree of eating reaction of tuna to the each hook of gear rather than to the different density in the swimming rayer.

文　　献

（1） 盛田友弌，藤田親男，田ノ上豊隆：マグロ延縄の繩成りについて，本誌，4巻（1955）

（2） 寺田一彦：推測統計法（1952）

（3） 吉原友吉：マグロ延縄の漁獲分布Ⅱ～Ⅳ 日水誌，16巻，8号（1952），18巻，5号（1952）19巻，10号（1953）

マグロ延縄漁具の構造による漁獲性能に関する研究（第II報）

釣鉤4本附，5本附マグロ延縄漁具の繰業試験結果について

盛　田　友　弖

Studies on the Catch Efficency derived from the Difference in the Construction of Tuna Long-Line Gear (II)

——On the Results of Fishing Test of Tuna Long-line with 4-Hook Gear and 5-Hook Gear——

Tomokazu MORITA

1．緒　　言

本試験は本学部実習船敬天丸（265屯，500馬力）が1956年1月26日～同年2月15日の間，印度洋東部海域（6°－00′S～14°－30′S，95°－00′E～05°－00′E）におけるマグロ漁場の調査の際に実施したものである．この時の繰業は15回であり，毎回300～350鉢の漁具を使用しており，その内毎回平均64鉢の釣鉤4本附漁具を5本附漁具の中に任意に混入して，同漁場で同時に操業試験をなしたのである．この試験において，毎回両漁具の互に隣接する繩鉢について，各々50鉢分の漁獲資料を用い，両漁具の漁獲性能の優劣に関して検討を試みたのである．又これに関連して両漁具における釣鉤の結着位置別漁獲状況を調べ，釣鉤の深度別漁獲差の要因について実験的資料による検討も行つたのである．

2．試　験　漁　具

マグロ延繩漁具は一般に枝間を等間隔となし，釣鉤を5本附けた漁具が多く使用されている．この漁具における釣鉤ごとの漁獲の良否は第I報[1]で報告したようにいずれの漁場においても，ほとんど釣鉤が深くなるに従つて好漁となり，特に浮標近くの釣鉤（Fig.1 の①，⑤鉤）は他の3本の釣鉤（Fig.1 の②，③，④鉤）に比して，その漁獲は極めて不漁となつている．このような傾向は今回の操業試験においても窺知されている．（第1報）

この点を考慮して，各浮標とそれに隣接する釣鉤との間隔を他の部分の約2倍として釣鉤4本附漁具をFig.1.Aのように試作したのである．釣鉤5本附漁具は従来と同様で，Fig.1.Bに示すようである．即ちこの場合の4本附漁具は5本附漁具の枝間を1間だけ増して6本附漁具の構造となし，その構造において浮標近くの枝繩2本をはずして4本附漁具としたのである．故に幹繩の全長は4本附漁具の方が1間（約40m）だけ長く構成されていることになる．

これら構造を異にする二種の漁具を同時に混用した場合において，両漁具が互に隣接して連結されている部分から夫々50鉢分の漁獲資料を示せば Table 1 のようである．

なおマグロ延繩漁具は実験の結果[2]，海水中において略々catenary形状をなすものと考えられている．Fig.1.A，Bは今回の操業において比較的正確に測定された短縮率の平均値でcatenary

の計算[3]をなし，幹縄の形状を画いたものである．これらの Fig. 1 によれば釣鉤4本附，5本附両漁具とも，その釣鉤は幹縄上の結着位置によつて，各々深度が相当異つているのが窺われる．

Table 1. Results of inquiry by 4-hook gear and 5-hook gear.

Date	4-hook gear (X)					5-hook gear (Y)					
	Hook number				Total	Hook number					Total
	(Ⅰ)	(Ⅱ)	(Ⅲ)	(Ⅳ)		①	②	③	④	⑤	
1956, Feb. 3	2	7	6	1	16	2	4	8	6	3	23
〃 4	4	6	5	5	20	3	2	4	2	2	13
〃 5	5	3	5	1	10	2	2	2	2	1	9
〃 6	1	6	5	3	19	1	3	5	7	2	18
〃 7	3	1	4	4	12	2	1	11	4	4	22
〃 8	3	12	6	2	23	1	10	9	5	3	28
〃 10	3	5	5	1	14	0	6	4	1	3	14
〃 11	3	6	8	5	22	1	3	4	8	1	17
〃 12	5	6	5	1	17	1	3	4	6	3	17
〃 13	4	9	7	2	22	1	5	6	5	2	19
〃 14	4	7	8	3	22	2	8	4	7	4	25
〃 15	4	5	2	1	12	2	2	4	4	0	12
Total	41	73	66	29	209	18	49	67	55	28	217

Remark: Showing results of fishing by 50-basctes of each gear.

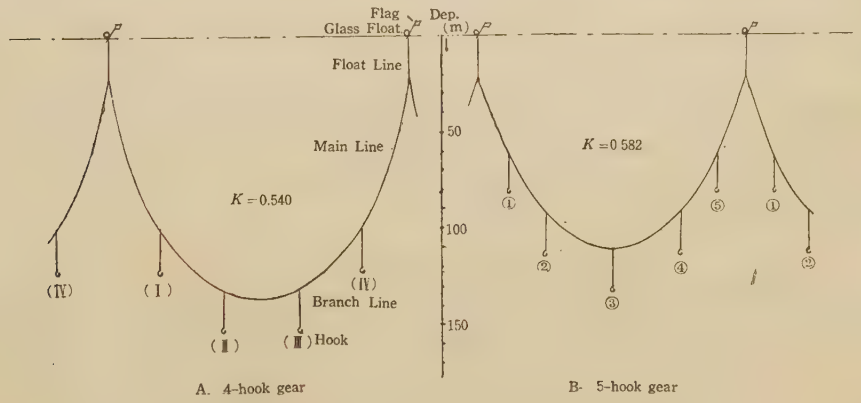


Fig. 1. Showing forms of catenary of tuna long-line in sea-water.
Remark: By results of fishing test in the Indian Ocean in January 1956.

3．漁具別漁獲差

Table 1 における釣鉤4本附，5本附両漁具の漁獲資料は前記のように毎回ほとんど同一条件のもとで試験された結果であると考えられる．故にこれらの資料によつて両漁具の漁獲差の有意性について検定し[4]，両者の優劣を検討したのである．

両漁具による毎日の漁獲差及びその平均，標準偏差を求めると

Date('56, Feb.)	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	Total	Mean (x_0)	Standard deviation (s_0)
$\Delta_0(Y-X)$*	7	−7	−1	−1	10	5	0	−5	0	−3	3	0	8	0.67	4 89

* Number of fish.

となる．しかして両漁具間に漁獲上の差異がない（$m_0=0$）と仮定して，t_0* を計算すると

$$t_0 = 0.645 < 2.201 \quad (5\,\% - df = 11)$$

となるので，両漁具間に漁獲上の差異があるといえないことになる．なおこの場合，両漁具はいずれも毎回50鉢分の資料を用いたのであるから，漁具別の漁獲の優劣を調べたことになる．故に前記のように両漁具間の漁獲上有意の差のあることが認められないならば，漁具の操作上及び漁具資材量などの点において，釣鉤4本附漁具の漁獲性能が5本附漁具よりも優れているものと思考される．しかしてこの要因についてTable 1を調べると，一般に釣鉤5本附漁具の①，⑤鉤が極めて不漁となつている．

4．釣鉤の深度別漁獲差

第I報においては，漁場ごとに同一構造のマグロ延縄漁具で操業した結果について論じたのであつて，その結果によればいずれの漁場においても，ほとんど釣鉤が深くなるのに従つて好漁となつているのである．しかして今回は構造を異にした釣鉤4本附，5本附の両漁具を同時に互に連接し，しかも極力両者が同一条件のもので操業されるようにして試験した結果によつて，釣鉤の深度別漁獲差を検討したのである．

今回の操業試験の結果においても，両漁具を別々にしてみると，Table 1 のように釣鉤が深くなるに従つて好漁となつており，第I報の場合と同様な傾向[1]が類知される，しかして両漁具を一諸にして釣鉤の深度別に，その漁獲を観察すると必ずしも前記のように論ぜられないようである．

釣鉤別漁獲差：釣鉤4本附，5本附漁具の最下位の釣鉤は夫々（Ⅱ），（Ⅲ）及び③であり，これらの釣鉤に関する毎日の漁獲尾数の平均値に有意の差があるかについて検定[4]する．先づ釣鉤別に3組の漁獲資料となし，この組の間には平均値の差がないという仮説をたて，その分散比（F）を計算するとTable 2 のようになる．

Table 2. Calculation of variance ratio (F).

Factor	Sum square	Degree of freedom	Variance	Variance ratio
Sb	2.38	2	1.19	0.263
Sw	162.84	36	4.52	
S	555.90	38		

即ち，$F = 0.263 < 3.25\,(5\,\% - F^2_{28})$ である．故に組間の平均値の差がないという仮説は捨てられないのであり，これら3組の漁獲資料の間には釣鉤別による漁獲差があるといえないのである．

又両漁具における中間位の釣鉤である（Ⅰ），（Ⅳ）と②，④とについて，その毎日の漁獲差の有意性を検定する．この場合（Ⅰ）と（Ⅳ）及び②と④とは夫々の漁具において，計算上同深であり，略々同一条件にあるものと考えられるので，これらの漁獲資料を漁具別に2組となし，その差の有意性[4]について検討したのである．この両組の毎日の漁獲差及びその平均，標準偏差を算出すると

$$* \; t = \frac{|\bar{x} - m|}{S} \sqrt{n}$$

Date ('56, Feb.)	3	4	5	6	7	8	10	11
$\Delta_1(Y-X)$*	2, 5	−2, −3	−3, 1	2, 4	−2, 0	7, 3	3, 0	0, 3
	12	13	14	15	Total	Mean ($\bar{x}_1$)	Standard deviation	(S_1)
	−2, 5	1, 3	4, 4	−2, 3	36	1.50	2.81	

* Number of fish

となる．しかして両組間には漁獲上の差異がない（$m_1=0$）という仮説を立て，t_1* を計算すると

$$t_1 = 2.616 > 2.069 \quad (5\,\% - df = 23)$$

となるので，両組間には漁獲上有意の差のあることが考えられる．故にこの場合の m_1** の範囲を計算すると

$$m_1 = 1.50 \pm 1.19 \quad (5\,\% - df = 23)$$

となる．故に 95 % の信頼限界において，両組間の漁獲差の平均値は 1.50 ± 1.19 である．しかしてこの検定資料は釣鉤 4 本附，5 本附両漁具の各 50 鉢分のものであり，釣鉤（Ⅰ），（Ⅳ），②，④は各鉢夫々 1 本しかないので，結局毎操業における釣鉤 50 本に対する漁獲尾数について，漁具別の差の有意性を検定したことになり，故に 5 本附漁具の ②，④ 鉤は 4 本附漁具の（Ⅰ），（Ⅳ）鉤よりも，夫々釣鉤 50 本に対し平均 0.31～2.69 尾だけ多く漁獲されるといえるのである．

釣鉤の深度差：釣鉤 4 本附，5 本附両漁具の最下位の釣鉤は夫々（Ⅱ），（Ⅲ）及び ③ であり，中間位の釣鉤は（Ⅰ），（Ⅳ）及び ②，④ である．これら釣鉤の漁具別の深度差について検討を試みる．しかしてこれら釣鉤の（Ⅱ）と（Ⅲ），（Ⅰ）と（Ⅳ），② と ④ とは夫々 catenary 計算において同深となるので，最下位の釣鉤は（Ⅱ）と ③，中間位の釣鉤は（Ⅰ）と ② との深度差の平均値について検定[4]する，夫々両釣鉤の深度差及びその平均，標準偏差を計算すれば次のようである．

Date ('56, Feb.)	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	Total	Mean($\bar{x}$)	Standard deviation	(S)
Δ_2((Ⅱ)−③)*	15	15	14	21	20	14	14	24	19	23	17	14	210	17.50	3.72	
Δ_3((Ⅰ)−②)*	5	5	5	7	7	4	5	8	7	9	7	5	74	6.17	1.70	

* Depth of hook (m)

上表において，一応（Ⅱ）鉤は ③ 鉤より，（Ⅰ）鉤は ② 鉤より夫々深度が常に大きくなつていることがわかるので，その深度差の平均値の範囲（m_2，m_3）** を計算すると

$$m_2 = 17.50 \pm 3.34 \quad (1\,\% - df = 11)$$

$$m_3 = 6.17 \pm 1.52 \quad (\quad 〃 \quad)$$

となる．故に 99 % の信頼限界において，（Ⅱ），（Ⅲ）鉤は ③ 鉤より 14.16～20.84 m 深く，（Ⅰ），（Ⅳ）鉤は ②，④ 鉤より 4.65～7.69 m 深いのであるといえる．即ち最下位及び中間位いずれの釣鉤も，4 本附漁具の方が 5 本附漁具より深くなつていることがわかる．

以上は両漁具の釣鉤別の深度差，漁獲差の有意性を検討したのである．これらによれば両漁具の最下位の釣鉤（Ⅱ），（Ⅲ）及び ③ は漁具別に比較的大きな深度差（14.16～20.84 m）があるのに，その漁獲差には有意性が認められないのである．又両漁具の中間深度の釣鉤は 5 本附漁具の②，④ 鉤が 4 本附漁具の（Ⅰ），（Ⅳ）より浅く（4.65～7.69 m）なつているのにかゝわらず，前者の②，④ 鉤の方が後者の釣鉤より好漁（釣鉤 50 本に対して平均 0.31～2.69 尾）となつているのである．

** $m = \bar{x} \pm \dfrac{S}{\sqrt{n}} t$ （母集団平均）

しかしてこれら両漁具は前項で述べたように同漁場において，同時に互に連接して実験した資料である．故に以上のような結果によれば，マグロ延縄の海水中の catenary 形状において，その釣鉤の深度差の範囲位の水層内では，マグロの游泳密度は殆ど変りなくて，それが釣鉤別漁獲差に大きく影響しているとは考えられなく，その要因は他にあると考えるのが妥当であろう．しかしてこの要因について，次項のように各釣鉤に対するマグロの摂餌反応を考えてみたのである．

5．各釣鉤の摂餌反応

4本附，5本附両漁具の各釣鉤は幹縄の catenary 形状におけるその結着位置によりマグロの摂餌反応が夫々異なるように考えられる．即ち両漁具の最下位の釣鉤はいずれもマグロ類の摂餌に対する障碍度が最も少ないように考えられ，このため釣鉤に多少の深度の差異があつても同一漁場においては，その釣鉤別の漁獲差のあることが認められないのであり，且つ他の上方の釣鉤よりも常に好漁となるものと考えられるのである．又両漁具の中間位の(Ⅰ),(Ⅳ)鉤及び②,④鉤は Fig 1, A, Bにおいてもみられるように，(Ⅰ),(Ⅳ)鉤はその結着されている幹縄から割合に離れ，幹縄の最下点より多少下方に出ているため，その幹縄によるマグロの摂餌に対する障碍度は比較的少ないものと考えられる．又②,④鉤は(Ⅰ),(Ⅳ)鉤よりその幹縄に接近し，且つ幹縄の最下点より幾分上方にあるので，その摂餌に対する障碍度は(Ⅰ),(Ⅳ)鉤の場合に比して大きくなるものと考えられる．故にこれら釣鉤に対する摂餌反応は5本附漁具の②,④鉤が4本附漁具の(Ⅰ),(Ⅳ)鉤に比して大きくなり，前者の釣鉤が後者のそれより幾分浅くなつても，その漁獲は前者の②,④鉤の方が好漁となるのであろう．

即ち以上によりマグロ延縄漁具の釣鉤別漁獲差の要因はマグロの游泳層における魚群の密度によるものと考えるよりは，むしろ各延縄の構造にともなう海水中の catenary 形状における各釣鉤位置に対するマグロ類の摂餌反応の差異によるものと考えるのが妥当であろう．

6．要　　約

Fig 1. A, B のような構造を異にした釣鉤4本附，5本附両延縄漁具の各50鉢を略々同様な条件のもとで同時に操業試験をなした結果は次のようである．

（1）Table 1 において，両漁具による毎回の漁獲尾数の差異について，その有意性を検定してみると，計算の結果有意の差は認められなく，即ち両漁具間には漁獲上の差異が認められないのである．故に漁具の操作及び漁具資材などの点から考え，釣鉤4本附漁具の方が5本附漁具より優れていることになるであろう．

（2）両漁具による試験結果を一諸にして，釣鉤別の漁況をみると，両漁具の最下位の釣鉤は多少の深度差があつても，その漁獲差には有意性が認められなく，且つ他の釣鉤より好漁となつている．又両漁具の中間位の釣鉤は5本附漁具の方が幾分浅所にあるにかゝわらず，その漁獲は同漁具の方が好漁となつている．即ち延縄漁具の釣鉤の深度範囲ではマグロの游泳密度差は余り認められなく，故に釣鉤別の漁獲差の要因はマグロの游泳層の影響によると考えるよりむしろ他にその要因があるものと考えるのが妥当であろう．

（3）両漁具の最下位の釣鉤はマグロの摂餌行動に対して，最も障碍度が少なく，他の釣鉤より好漁となるものと考えられる．又中間位の釣鉤は5本附漁具の方が4本附漁具よりも摂餌行動に対する障碍が少なく，比較的好漁となるのであろう．即ちマグロ延縄漁具の釣鉤別漁獲差

はその構造にもとずく海水中の catenary 形状における釣鉤の位置別摂餌反応の差異によるものであろうと思考される．これにより今迄のマグロ延繩漁具の構造について再検討をなし，その改良試験をなす必要があると考えるのである．

終りに臨み，本研究をなすに当り種々御教示を賜わつた藤田助教授並に多くの貴重な資料を提供して下さつた敬天丸の源河船長初め乗組員各位に対して，深甚なる敬意と謝意を表する次第である．

Résumé

After performing under the same condition, some experiments on the operation of the two kinds of tuna long-line gear attached with 4-hook and 5-hook respectively, the following results were obtained.

1) Considering through the statistical inquiry, 4-hook gear was ascertained to be superior to 5-hook one in the angling efficency.

2) In the catenary state of tuna long-line gear, no relation between the fluctuation in catch and the depth seemed to be detected; while, the fluctuation in catch was considered to be attributed to the varying eating reaction of tuna to the each hook, which keeps some correspondence to the shifting connecting position of each hook in the main line.

文　　献

（1） 盛田友弌：マグロ延繩漁具の構造による漁獲性能に関する研究（第1報），本誌，5巻（1956）
（2） 盛田友弌，藤田親男，田ノ上豊逢：マグロ延繩の繩成りについて，本誌，4巻（1955）
（3） 吉原友吉：マグロ延繩の漁獲分布Ⅱ～Ⅳ，日水誌，16巻 8号（1952），19巻10号（1953）
（4） 寺田一彦：推測統計法（1952）

薩南海域産ゴマサバの産卵期の考察

田ノ上豊隆

A Consideration on the Spawning-season of the Mackerel (*Pneumatophorus tapeinocephalus*) in the Southern Sea of Kyushu

Toyotaka TANOUE

1. 緒　　言

南九州沿海から東支那海の大陸棚縁辺はゴマサバの主要漁場であり，最近その生態や漁場の海洋構造について詳細な研究が進められている．産卵に関しては，矢部[1](1953)氏が魚釣島周辺で採集稚魚と生殖腺熟度の両面から産卵始期を推定し，東支那海については村上[2](1954)氏，国分，高橋[3](1954, '55)氏等が生殖腺熟度から，辻田[4](1954)氏は之に海況要素を併せ考察しており，当海域の産卵時期は大体明らかにされている．

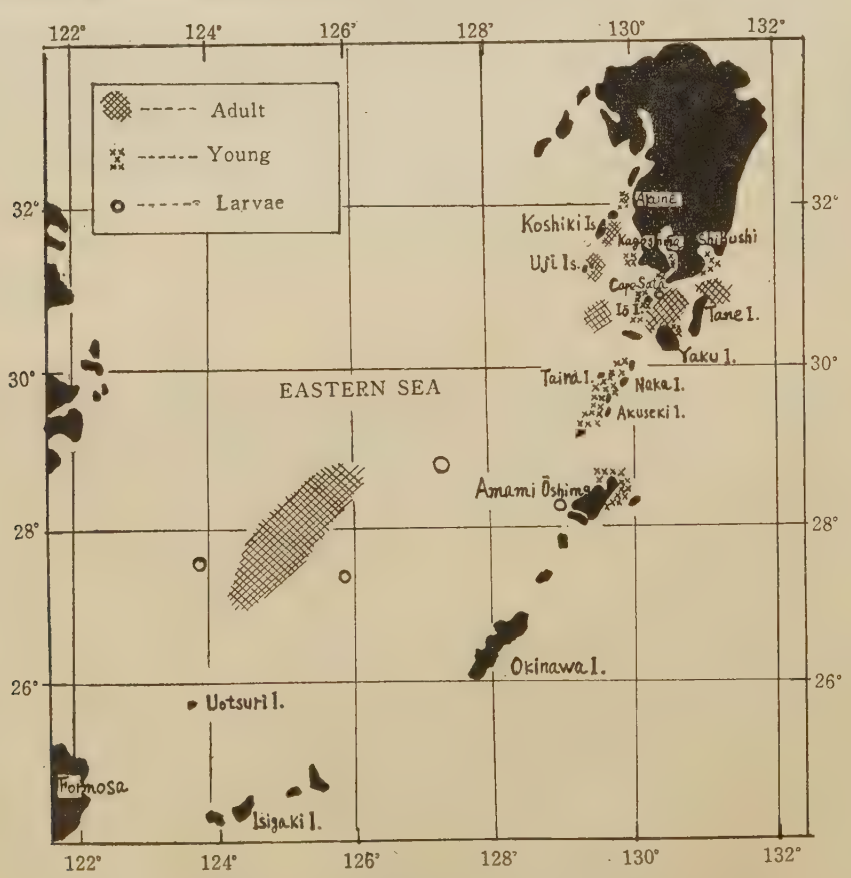


Fig. 1. Map showing the fishing-ground of mackerel and the places where the larva were collected.

鹿児島沿海の大隅群島周辺と佐多岬沖合も亦古来重要な産卵場と推定されているが，本海区においてはまだ此の種の報告は全然みられない．

筆者は1953年以来の幼魚群の出現状況，生殖腺指数，稚魚採集資料，及び海況等の綜合的観察に基いて両漁場の産卵期を検討して，鹿児島沿海漁場について概要を明らかにする事が出来，東海南部（29°N以南）漁場では産卵盛期は従来の報告とほゞ一致する結果を得たが，始終期に多少の相異を認めたので報告する．

2．生殖腺指数の時期的変移

資料は生殖腺の比較的肥大しているXII月からVII月までの間，主として跳釣・天秤釣・延縄で釣獲された魚体と一部巾着網で漁獲された体長範囲27～42cm台の約1800尾を用いた．漁場は第1図に，雌雄別の生殖腺指数（G. W.×10^3/B. L.^{3}）は第1表（鹿児島沿海），第2表（東支那海）に示す通りである．

表中指数0.5はgonad weightは30g程度に当り，江波・相川[5]氏の説に基いてその時期に産卵し得るものと考えた．

鹿児島沿海の魚体の指数変移について観察すると，I月は1956年の僅か15尾の資料があるにすぎないが，魚体は37～40cm台の大型であり，指数0.5以上が90％を占め，雌雄共に50gr以上のgonadが50％に達している．この群は屋久島北方海域で巾着網で漁獲されたもので4千貫余の漁獲量中殆んど全て37cm以上の大型魚で占められていた．卵粒は明瞭に認められており，産卵の為接岸したものと推定される．尚湯瀬においても同時期大型魚が漁獲されている．II月は大型魚（35cm以上）の指数は0.5以上が大部分を占め，上旬すでに放卵中或は放卵后と認められる個体が出現しているので，大型魚はI月下旬からII月初旬にすでに産卵を行つている事が窺知できる．III月はII月と良く似た傾向を示し指数の大きさから観るとこの期間が産卵のpeakに当つていることが判る．

IV月の指数は各階級に分散的であるが，卵巣に指数値の低いものが多数認められるのが目立ち産卵盛期をすぎた様な傾向が窺われる．V月は指数値1.0以上は減少して0.5以下の増加が著るしく大部分は放卵后と認められる．1953，V月27日屋久島永田沖で漁獲された大型魚群は1.0以上のGonadが多く産卵の為の接岸群とみられ他の年に比較して産卵期が遅れているものと推定される．

VI月は0.5～1.0の範囲も若干認められるが殆んど全て0.5以下で放卵後の卵巣であり，此の時期には産卵は行われていないものと推察される．

体長範囲27～32cm程度の中型魚はII月からVI月までの間を通して指数の変化は極めて小さく，常に0.5以下の指数範囲にある事から，大多数はその年の産卵に加わらないものと推察される．筆者の求めた若年魚の成長曲線[6]によると之等の中型魚群は発生後2年目に当るのでゴマサバも1才魚は大部分が機能的の雌にならないようである．

東支那海の魚体は30～38cm範囲で35cm台以下が多数であり，大型魚の調査数が少い為全般の状況を把握する事は困難であるが，之までの結果ではXI，XII月は指数0.5以上は全然認められない．I月になつて生殖腺は急激に増大し0.5以上が若干認められるようになる．中，下旬に此の傾向が明瞭に現われる．

II，III月は0.5以上の増加が著るしく，1.0以上も多数認められるのでこの頃が産卵盛期とみることが出来る．

Table 1. The seasonal variation of the gonad index (G. W.×10^3/B. L.^{3}).

Southern Sea of Kagoshima.

	Date	Fishing ground	B. L. range (cm)	Sex, No.	G. W.×10^3/B.L.^{3} 0~0.5	0.5~1.0	1.0~above	Remark
1	1953 May 27	Yaku Island (3 miles north of Iso)	30.0~41.0	♂ 9 ♀ 12	4 5	3 7	2 10	
2	June 22	Cape Sata (10 miles southeast)	34.2~39.2	♂ 15 ♀ 15	10 13	5 2	0 0	spent 8
3	1954 April 23	〃	31.4~41.6	♂ 21 ♀ 18	7 10	8 5	6 3	
4	May 1	〃	32.5~40.2	♂ 15 ♀ 18	2 3	3 10	10 5	
5	〃 15	Uji Islands.	33.4~41.3	♂ 14 ♀ 11	6 8	6 3	2 0	
6	〃 24	Yuze	29.4~34.9	♂ 15 ♀ 7	15 7	0 0	0 0	
7	〃 30	Cape Sata (8 miles southeast)	28.5~38.6	♂ 16 ♀ 19	8 19	7 0	1 0	spent 19
8	June 25	Uji Islands	33.8~37.5	♂ 6 ♀ 4	6 4	0 0	0 0	spent 4
9	1955 February 10	Yaku Island (3 miles north of Iso)	33.2~37.6	♂ 18 ♀ 13	3 5	7 5	8 3	spent 8
10	〃 11	Koshiki Island	24.8~30.6	♂ 9 ♀ 16	9 16	0 0	0 0	
11	〃 15	Yaku Island (6 miles northeast of Iso)	27.6~30.7	♂ 8 ♀ 17	8 17	0 0	0 0	
12	March 18	〃	27.3~31.2	♂ 10 ♀ 7	8 7	2 0	0 0	
13	〃 30	Cape Sata (4 miles southeast)	34.3~42.1	♂ 19 ♀ 10	0 0	0 0	19 10	
14	April 14	〃	28.1~32.6	♂ 2 ♀ 6	2 6	0 0	0 0	
15	〃 21	〃	33.7~42.7	♂ 16 ♀ 14	1 7	14 5	1 2	
16	May 15	Uji Islands	33.4~41.3	♂ 14 ♀ 11	6 8	6 3	2 0	spent 7
17	〃 25	Yaku Island (north of Iso)	31.2~42.8	♂ 13 ♀ 17	2 6	11 9	0 0	
18	June 6	Cape Sata (6 miles west-northwest)	34.2~39.4	♂ 14 ♀ 10	10 7	4 3	0 0	
19	〃 〃	Tane Island (3 miles north)	34.2~39.4	♂ 12 ♀ 13	7 11	5 2	0 0	spent 11

Table 1. (continued)

	Date	Fishing ground	B.L. range (cm)	Sex, No.	G. W.×10³/B.L.³ 0～0.5	0.5～1.0	1.0～above	Remark
20	1956 January 8	Yaku Island (north of Iso)	37.4～40.6	♂ 6 ♀ 9	1 1	3 3	2 5	
21	February 1	〃	29.8～35.1	♂ 7 ♀ 18	7 18	0 0	0 0	
22	〃 3	〃	35.9～38.7	♂ 4 ♀ 6	2 4	1 2	1 0	
23	〃 8	〃	31.2～38.1	♂ 4 ♀ 5	3 3	1 2	0 0	
24	〃 8	〃	33.6～39.9	♂ 4 ♀ 21	0 7	3 13	1 1	
25	〃 13	〃	35.1～40.1	♂ 10 ♀ 12	0 0	7 10	3 2	
26	March 8	〃	26.5～31.9	♂ 13 ♀ 12	13 12	0 0	0 0	
27	〃 14	〃	34.1～40.8	♂ 17 ♀ 0	0 0	0 0	17 0	
28	〃 14	〃	31.2～36.8	♂ 8 ♀ 12	1 5	4 4	3 3	
29	April 1	Cape Sata (7 miles south)	30.9～35.5	♂ 10 ♀ 15	9 10	0 4	1 1	
30	〃 18	〃	33.0～39.0	♂ 5 ♀ 20	0 4	2 8	3 8	spent 11
31	〃 28	Yaku Island (5 miles north of Iso)	32.0～41.4	♂ 9 ♀ 11	2 3	3 6	4 2	
32	May 8	Cape Sata (7 miles southeast)	31.2～36.2	♂ 4 ♀ 21	4 20	0 1	0 0	
33	〃 13	Tane Island (3 miles north)	34.0～38.5	♂ 7 ♀ 17	7 17	0 0	0 0	spent 15
34	〃 16	Cape Sata (7 miles south)	36.5～42.8	♂ 10 ♀ 10	2 2	4 8	4 0	
35	June 1	〃	27.7～32.4	♂ 8 ♀ 9	8 9	0 0	0 0	
36	〃 5	Tane Island (3 miles north)	35.0～40.4	♂ 15 ♀ 11	8 9	7 2	0 0	

Table 2. The Seasonal variation of the gonad index (G. W.×10^3/B. L.^{3}).

Eastern Sea of China (South of 29° N lat.)

	Date	Fishing ground	B. L. range (cm)	Sex, No.	G. W.×10^3/B.L.^{3} 0~0.5	0.5~1.0	1.0~above	Remark
1	1953 May 25~30	28°—10′ N 124°—25′ E	31.0~35.8	♂ 5 ♀ 11	5 11	0 0	0 0	spent 11
2	June 5	28°—15′ N 124°—25.5′ E	31.6~37.9	♂ 21 ♀ 13	21 13	0 0	0 0	spent 13
3	December 8	28°—10′ N 125°— 0′ E	32.1~34.1	♂ 14 ♀ 11	14 11	0 0	0 0	
4	〃 17	27°—36′ N 124°— 0′ E	32.0~35.8	♂ 11 ♀ 14	11 14	0 0	0 0	
5	1954 January 9~10	24°—25′ N 124°—47′ E	31.2~34.8	♂ 12 ♀ 13	12 13	0 0	0 0	
6	〃 18	27°—40′ N 124°—45′ E	32.5~36.1	♂ 13 ♀ 12	10 12	3 0	0 0	
7	〃 25	28°—20′ N 124°—30′ E	32.0~35.8	♂ 10 ♀ 15	6 6	4 9	0 0	
8	February 11	29°—30′ N 126°—30′ E	30.0~38.5	♂ 7 ♀ 18	7 16	0 2	0 0	
9	March 24 25	27°—30′ N 127°— 7′ E	31.4~34.6	♂ 16 ♀ 9	12 6	4 1	0 2	
10	〃 26 31	27°—40′ N 123°—35′ E	32.0~35.0	♂ 16 ♀ 13	4 6	8 7	4 0	
11	April 6	27°—40′ N 125°—20.4′ E	33.4~37.1	♂ 12 ♀ 18	2 6	6 9	4 3	spent 9
12	June 25	27°—45′ N 124°—35′ E	30.4—34.9	♂ 8 ♀ 15	8 15	0 0	0 0	spent 12
13	November 30	28°—37′ N 124°—32′ E	31.7~35.7	♂ 4 ♀ 2	4 2	0 0	0 0	
14	December 1	28°—40′ N 124°—40′ E	29.6~34.8	♂ 0 ♀ 7	0 7	0 0	0 0	unknown 18
15	〃 12 14	28°— 0′ N 126°— 0′ E	29.7~34.2	♂ 1 ♀ 5	1 5	0 0	0 0	unknown 19
16	1955 12 January 18	27°—40′ N 124°—30′ E	32.1~37.4	♂ 14 ♀ 11	13 8	1 3	0 0	
17	December 21	27°—15′ N 124°—30′ E	28.0~34.8	♂ 12 ♀ 10	12 0	0 0	0 0	
18	1956 January 2	28°— 7′ N 124°—45′ E	30.7~35.5	♂ 9 ♀ 16	8 16	1 0	0 0	
19	〃 5	27°—40′ N 124°—22′ E	32.4~36.8	♂ 6 ♀ 15	6 15	0 0	0 0	

Table 2. (continued)

	Date	Fishing ground	B.L. range (cm)	Sex, No.	G. W.×10³/B.L.³ 0~0.5	0.5~1.0	1.0~above	Remark
20	1956 January 20	27°—45′ N 125°— 0′ E	28.6~33.1	♂ 6 ♀ 4	6 4	0 0	0 0	
21	March 18	27°—35′ N 124°—40′ E	35.5~37.5	♂ 6 ♀ 19	0 1	0 8	6 10	
22	April 5	27°—30′ N 124°—30′ E	34.8~38.6	♂ 6 ♀ 15	0 0	0 2	6 13	
23	May 20	28°— 0′ N 126°—50′ E	31.2~35.3	♂ 8 ♀ 14	8 13	0 1	0 0	
24	June 1	27°— 6′ N 125°—50′ E	31.2~34.7	♂ 8 ♀ 15	8 15	0 0	0 0	
25	July 12	28°— 3′ N 124°—28′ E	31.0~34.8	♂ 4 ♀ 0	4 0	0 0	0 0	unknown 21

IV 月は 0.5 以上は多数みられるが放卵後が出現しはじめ V 月になると殆んど全て 0.5 以下で放卵後と認められるものである．この頃から指数は漸次減少の傾向を辿り VI, VII 月にはいると雌雄の判別困難な程度に減少する．

3．幼魚群の出現状況

鹿児島沿海からトカラ群島，奄美大島方面における 1953~1956 年の幼魚群の漁獲日別の体長（Fork length）分布は第 2 ～ 4 図，その漁場は第 1 図に示す如くである．

ゴマサバ幼魚が漁獲されるのは筆者等の調査では奄美群島が最も早く，1954, '56 両年は III 月上旬に夫々 5 ～ 8 cm, 4 ～ 6 cm の体長範囲群が大島本島北部の笠利村東岸で抄網類其の他によつて漁獲されている．1955 年は II 月 25, 27 日に同海岸で小型魚群が漁獲されたが，測定資料を得る事が出来なかつた．聞込み調査[7]によつても II 月末漁獲の記録がある事から，この近海は II 月末或は III 月初旬が初漁期となつているものと推定される．III 月中旬になると，トカラ群島，硫黄島，大隅群島の湾内入江等で漁獲されはじめ，鹿児島湾内では早い年で III 月末，大体 IV 月に漁獲をみる．トカラ群島方面は奄美大島とほゞ同時期小サバが来游しているものと考えられるが，現在まだ調査記録がないので確言出来ない．魚体の大きさは各海域共大体 5 ~13 cm 程度の大小混合群で 7 ~12 cm 範囲が多数を占めている．鹿児島太平洋側の志布志湾方面は III 月上旬すでに垂口鰮と少数混漁されているらしい．矢部氏[8]の調査によると宮崎県油津近海で III 月初旬体長 5 cm 程度の小サバが認められているので志布志湾の群と同系統のものと推定される．之等は屋久島周辺の早期産卵から発生した稚魚が黒潮と沿岸反流に運ばれて来たものと考えられる．

IV 月は鹿児島沿海から奄美大島沿岸に至る各地で漁獲がみられ，体長 6 ~15 cm の広範囲の魚体が出現している．7 ~8 cm 或いはそれ以下の小型魚は奄美大島，トカラ群島方面に多く，鹿児島沿海は 10~15 cm 程度の大型が多い．之は漁具，漁法の撰択性による相異が大きく影響

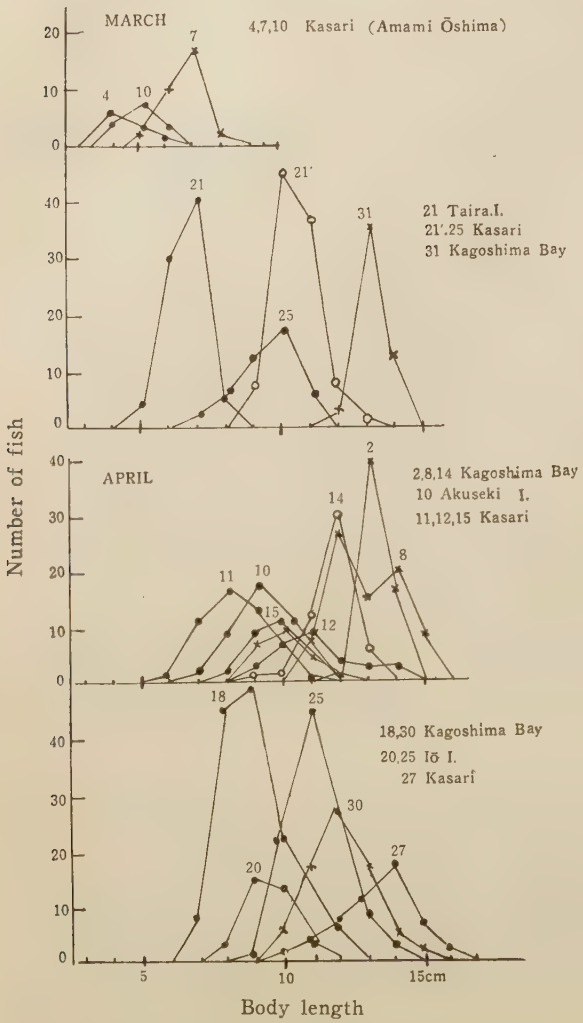


Fig. 2. Body length distribution of the young stage of mackerel in March-April, 1954—1956.

1954 —×— 1955 —○—
1956 —●— Date 1 … 31

しているものと考えられる．奄美大島方面ではこの小型魚の出現状況によつて，遅れて発生した小型の群が逐次添加されているものと推察される．IV月後半は8～15cm程度の体長群が多獲される．天草沿海においてもこの時期から体長11cm内外の小サバが来游する事が，塚原・塩川[9]氏によつて報告されているので，南九州一帯に小サバが来游している事が明らかである．

V月は小型の出現はみられず体長9～17cmの分布範囲で10～14cmが最も多い．奄美大島，トカラ群島沿海においてはこの頃から漁獲は皆無となるが，その周辺漁場で釣獲された鰹約500尾のstomachの10～15%に小サバが発見された．体長は11～15cm台であり，鹿児島沿海で同時期漁獲される小サバとほゞ同大であつた．即ち7～8cmの小型魚はこの時期に当海域に補充されていない事が推察される．

VI月は小型魚は少く，1953年に屋久島一湊港内で9～10cmの群を漁獲したにすぎない．生長の早い個体はすでに20cm程度に達している．

VII, VIII月は10cm以下は認められず，最小12cm程度であり，体長modeの移行が早くなり，小型魚の補充がないものと考えられるので，この時期の最小型が発生時期の最も遅い群と推定される．

以上は南九州沿海から奄美大島周辺の調査結果であるが，長崎方面[10]においてもVII, VIII月は大部分15cm以上で，10cm以下の漁獲記録はみられないようである．太平洋側の四国方面においてもVII月は14～20cm (1956. 志和岐，椎名，須崎) が多く小型は認められていない．

4．鹿児島沿海漁場の水温・塩分

屋久島一湊沖漁場と佐多岬漁場の漁獲水温に関しては1949～'51年の漁況との関係について先に報告[11]したが，此の結果では両漁場の春漁期の漁獲水温は夫々21～25°C, 20～23°Cとなつ

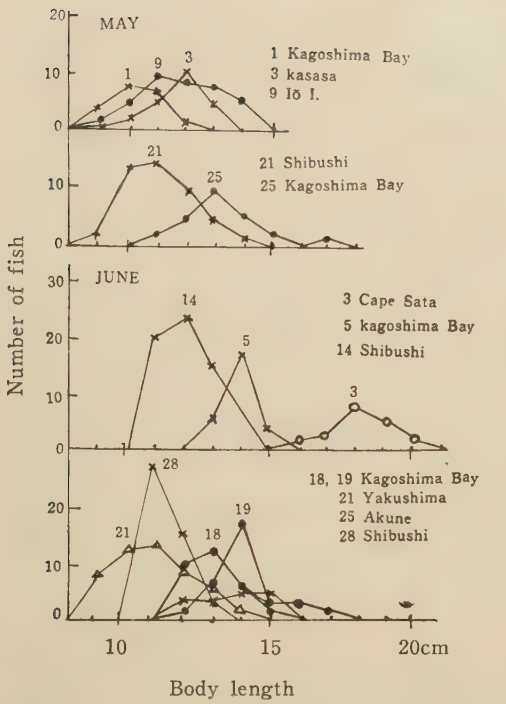


Fig. 3. Body length distribution of the young stage of mackerel in May-June, 1953—1956.
1953 —△— 1954 —×—
1955 —○— 1956 —●—
Date 1 … 31

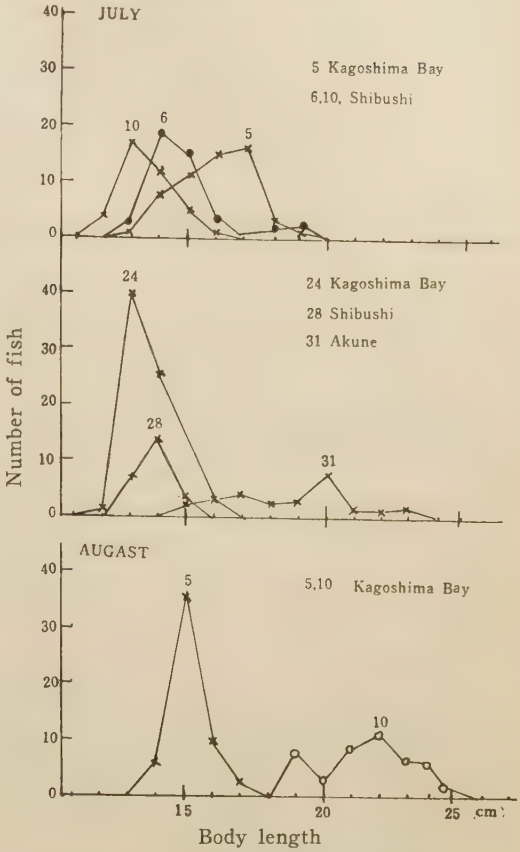


Fig. 4. Body length distribution of the young stage of mackerel in July-August, 1954—1956.
1954 —×— 1955 —○—
1956 —●— Date 1 … 31

ている．又一湊沖の春漁期中大型魚は水温21°C で好漁を呈し水温の上昇に伴い漁獲の減少する傾向も認められている．この外に屋久島漁場周辺において鹿児島水産試験場の照洋丸による観測があるので此の結果を第5図に示す．図によつて明らかな様に，I月からV月初旬までの表面から100m層附近までは大体18～22°C台にあり，塩分は34.3～34.8‰の範囲にあり，この水域は黒潮系水と沿岸水の混合水塊とみられる．水温の面では東海漁場(18～21°C)と大なる差異は認められない．

春漁期は一般に屋久島周辺がI～II月から漁期にはいりV月まで続き，佐多岬はIII～IV月からはじまりVI月上旬頃まで続いている．本学の隼人丸(12 ton)による佐多岬沖の漁場観測は別に報告[12]しているが1956年のIV～V月の調査では表層から100m層までが水温は18～19°C台，塩分は34.2～34.7‰の範囲にある事が大体明らかである．尚宮崎県遠洋漁業指導所の本海域における調査結果[13]によつても水温範囲は18～23°C台で同じ結果を得ている．

従つてIV, V月に屋久島周辺の水温が24～25°C程度に上昇すると漁場は佐多岬沖と種子島北方海域に移行する傾向が認められ，産卵の時期と併せ考察すると18～23°C台が産卵時の水温範囲であり，尚34.3～34.7‰程度の比較的高鹹水帯において産卵するものと推察される．

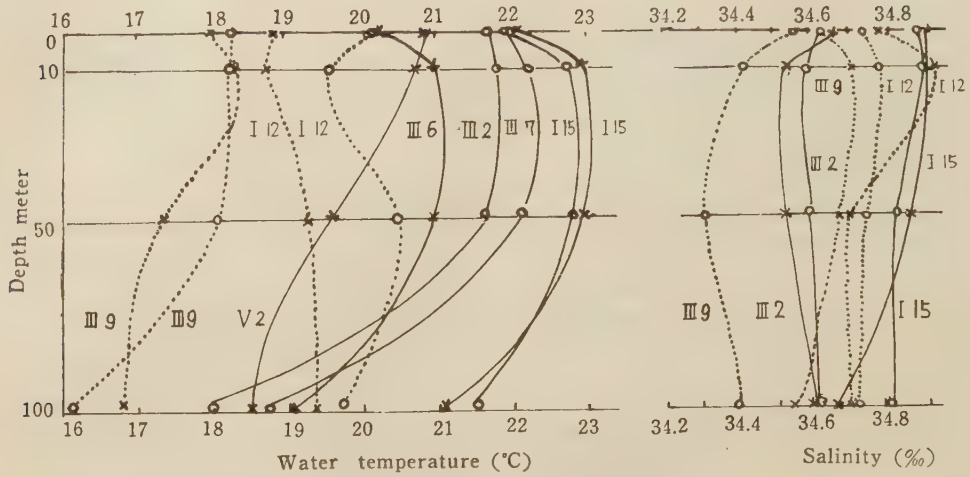


Fig. 5. Vertical distribution of water-temperature (°c) and salinity (‰)
× Station 3: 30°—39′N, 130°—23.5′E
○ 〃 4: 30°—25′N, 130°—20.2′E
—— 1954 ···· 1955

5. 考察と論議

生殖腺指数の観察結果では鹿児島沿海，東支那海南部漁場（29°N 以南）共に，その漁期中に産卵するものと推定される個体が I 月に出現しはじめ，II, III 月に最も多く，IV 月にはすでに何回か産卵したとみられる個体が多数出現し，V 月はその数が大多数を占め，VI 月以後生殖腺指数は減少の傾向を辿つている．

鹿児島沿海中屋久島方面と湯瀬（梅吉曽根）近海では I 月中～下旬に熟卵に近く肥大した卵巣が認められ，II 月上旬すでに産卵したものと確認される個体が出現しているので I 月下旬から II 月はじめに産卵が行われているものと推定される．東支那海の場合は II 月の資料が少く生殖腺指数だけから I 月の産卵を断定する事は不可能である．

本学部と鹿児島水産試験場で之までに採集されたサバの稚魚中ゴマサバと推定（今井貞彦助教授査定）されるものは，

屋久島北方海域で	1954, III	total length	7mm 1尾
28°—48′N, 127°—24′E で	1955, IV–28	〃	6～8mm 14尾
28°— 7′N, 128°—59′E で	1956, II–23	〃	34mm 1尾

がある．長崎水産試験場においては

27°—23′N, 125°—53′E で	1955, II– 1	〃	10.3mm 1尾
27°—26′N, 123°—54′E	〃	〃	7.68mm 1尾

を採集している．之等の資料によると東海で I 月末産卵がはじまり IV 月末まで続いている事が実証される．

幼魚群が漁獲されはじめる II 月末から III 月初旬の体長は 4～7 cm 範囲が多く，III 月下旬～IV 月上旬には 12, 13cm に mode を有する群が多獲される．

ゴマサバの発生後の生長はまだ確められていない．従つて北海道水試の推定したホンサバ（*Pneumatophorus japonicus*）の生長例[11]をみると，1ヶ月後 4 cm，2ヶ月後 8cm 程度に生育している事がわかる．ゴマサバの漁場環境条件はホンサバの場合と相異し，特に水温が高いので生育はホンサバに較べて稍早いものと推察される．しかし著るしい相異はないものと考えて前記幼魚群の発生期を推定すると，I 月下旬から II 月はじめとなり稚魚採集結果，生殖腺指数による判定期とほゞ一致する．尚発生時期の遅い小型魚群とみられる VIII 月 5 日の体長 mode 14 cm の群は，12 cm 程度からの生長が稍低下する事[15]を考慮すると 3 ヶ月半位を経過した事となり，IV月中～下旬の発生と見做される．之までの調査で最も遅れて発生したと思われるのは 1953, IX, 16日 -湊沖で漁獲した 13～14 cm の群であり，V 月中～下旬に発生している事となるが，之は前記の永田沖の大型魚群が V 月末生殖腺指数の大きかつた特異現象を裏付けるものとみられる．

来游幼魚群が何れの産卵群に属するか今のところ良く解らないが早期奄美大島方面に来游するのは季節風の影響と黒潮の流れによつて東海方面から運ばれたものと推察される．鹿児島周辺の場合は魚体の大きさ，海況から両漁場の発生群が混合しているものと考えられる．最小型の群は之までの記述結果から鹿児島沿海或はその西方の近海で発生した群と推察される．

従つて鹿児島沿海の産卵期は例年 IV 月末で終るけれども，V 月に産卵が行われる年もあるものと推定される．

従来の東海漁場における調査では，村上氏が III 月下旬—VI 月まで続き IV月盛期となる事を報告している．奄美大島で III 月初旬幼魚が漁獲されるので産卵始期としては遅いようであり，漁場が稍北部に移動してからの資料によるのではないかと考えられる．国分氏は I 月末を推定しており筆者の結果と一致している．辻田氏は台湾近海で II月初旬から産卵が行われ 18～21°C の水帯の移行を追つて北上し V 月末大部分の産卵が終るものと推定しており，矢部氏も魚釣島周辺で II 月産卵が行われるとのべている．魚釣島周辺の鯖については盛田[16](1953)氏の報告もありその沿海に大型魚の棲息している事は明らかにされているが，調査期間が X～XI 月であり生殖腺は未熟であつた事を報告している．当海域の資料が少いので前掲の結果について言及出来ないが，東海や奄美大島方面の幼魚群の出現状況，漁場位置等から判断すると I 月中に産卵が行われるのではないかと推察される．東支那海漁場の産卵終期が V 月或は VI 月となつているのは漁場が東海北部に及んでいる結果と思われる．

鹿児島沿海の産卵期の水温範囲は 18～23°C 程度とみられ，東海漁場における辻田氏の調査と下限は一致しており，ゴマサバは棲息位置の地理的相異にかゝわらず大体 18～23°C 程度の水温範囲を求めて産卵するのではないかと考えられる．

6．要　　約

鹿児島南方海域と東支那海南部（29°N 以南）におけるゴマサバの産卵時期を生殖腺指数，幼魚の体長分布，採集稚魚の大きさ，海況等から推定し，次の如き結果を得た．

1）ゴマサバは鹿児島南方海域においては I 月末から IV 月の間に産卵するが V 月まで続いて産卵する年もある．

産卵は水温 18～23°C，塩分 34.2～34.7 ‰ 範囲の水帯で行われるようである．

2）東支那海南部（29°N以南）においては，ゴマサバの産卵は I 月末から IV 月に行われる．

稿を終るに当り，研究に御指導御鞭撻を賜つた本学金森政治教授，今井貞彦助教授，稚魚資料を貸与された長崎水試星野暹技師，鹿児島水試上野茂技師，東海鯖資料の入手に御尽力された中川水産福永博氏等に深く感謝の意を表する．

尚本研究は対馬暖流調査の一環として実施したもので，経費は主として同研究費から支弁した．記して謝意を表する．

Résumé

About the spawning-season of mackerel (*P. tapeinocephalus*) in the southern sea of Kagoshima and the Eastern sea of China (South of 29°N lat.) the following results were derived from some repeated investigations on the state of the gonad index (G. W.$\times 10^3$/B. L.^{3}); the body length distribution of young mackerel per month; total-length of the collected larva; and the sea-conditions of fishing ground.

1) In the neighbourhood of the southern sea of Kagoshima, the spawning season of mackerel (*P. tapeinocephalus*) is to be fixed within the term from the end of January to that of April, but rarely in the exceptional year it may be extended to the month of May. The range of the water-temperature and salinity appropriate to the spawning is fixed to be 18～23°C; 34.3～34.7 ‰ respectively.

2) In the Eastern sea of China (South of 29°N lat.), the spawning season of *P. tapeinocephalus* lies within the term from the end of January to that of April.

文　　献

1）矢部　博：ゴマサバと推定される後期仔魚と稚魚（予報），南海区水研究業績集，1号（1953）
2）村上子郎：東海のサバについて，対馬暖流開発調査論文集，第1号，水産庁（1954）
3）国分三郎：東海並九州西岸鯖の生殖腺重量の推移，対馬暖流開発調査論文集，第1号，水産庁（1954）
4）辻田時美：東海及九州西方の大陸棚上の海況とその生態的作用，同上．
5）江波澄雄，相川広秋：サバの資源生物学的研究，対馬暖流調査報告，第3号，九州大学水産学教室，（1956）
6）田ノ上豊隆：ゴマサバ若年魚群の成長度，対馬暖流開発調査研究報告，第4号（1956）
7）盛田友弌：奄美大島のサバについて，対馬暖流開発調査資料，第2号，鹿大水産学部（1955）
8）矢部　博：南海区水研業績集，第1号（1953）
9）塚原，塩川，本田：天草西海岸のマアジ，ゴマサバの生長について，対馬暖流開発調査研究報告，第2号，水産庁（1955）
10）村上子郎：サバ魚類組成の地域差異並びに季節的変化について．対馬暖流開発調査論文集，第3号，水産庁（1955）
11）田ノ上豊隆：鹿児島沿海の鯖漁況と水温流向について，鹿大水産学部紀要，第2巻，第1号（1952）
12）金森政治外：対馬暖流開発調査資料，第2号，第3号，鹿大水産学部（1955），（1956）
13）宮崎県遠洋漁業指導所：鯖はね釣漁業調査報告，1955 Ⅷ，1955 X，No. 12，
14）笠原昊，伊東英世：サバの生態，水産庁（1953）
15）田ノ上豊隆：ゴマサバ若年魚群の成長度，対馬暖流開発調査報告，第4号（1956）
16）盛田友弌：10月に魚釣島近海に出現したカジキ，サバに関する二，三の知見，鹿大水産学部紀要，第3巻，1号（1953）

レーダーによるマグロ延縄の探知について（第2報）

源　河　朝　之

On the Detective Effect of the Radar upon the Location of the Tuna-Long-Line (2)

Tomoyuki GENKA

1．緒　　言

Radar による小目標の探知距離，及び反射強度等については種々の細密な実験研究の発表があるが，筆者は実用試験により鮪延縄の流失防止を試みんとするものである．

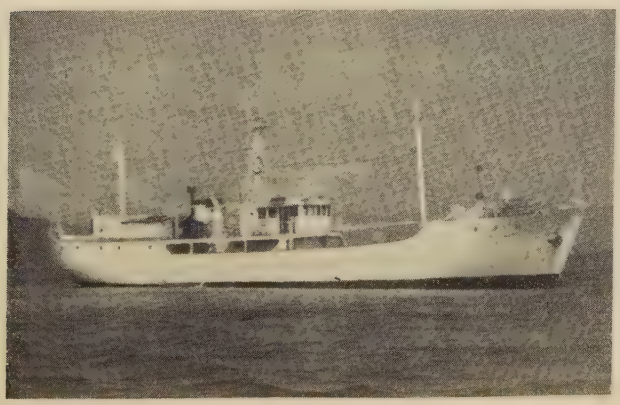
第1報に引続いて第2報として其の後に行つた実験結果について述べる．

第1報に於ては主に本学部練習船かごしま丸による母船式小型漁艇操業実習中に行われた，天候良好な条件での実験結果について述べたのであるが，天候悪く風浪高い場合の操業中が切断流失の危険が多いので，此の点に着眼し比較的荒天の際に如何に流失防止，早期発見に役立てるかに研究の要点を置いた．特に Corner-Reflector の風圧による傾斜（即ち水面上の高さの低下防止）を如何にして少くするかに留意し実験研究を進めた．

本実験は筆者が本学部練習船敬天丸（昭和29年2月竣工，265噸，デーゼル機関500馬力1基，写真1参照）に船長として航海に従事した昭和31年1月～3月の印度洋航海実習中，帰校後碇泊中，及び昭和31年7月～9月の赤道海域実習中，になされたものであり，文部省科学研究助成補助金を得て行われたものである．

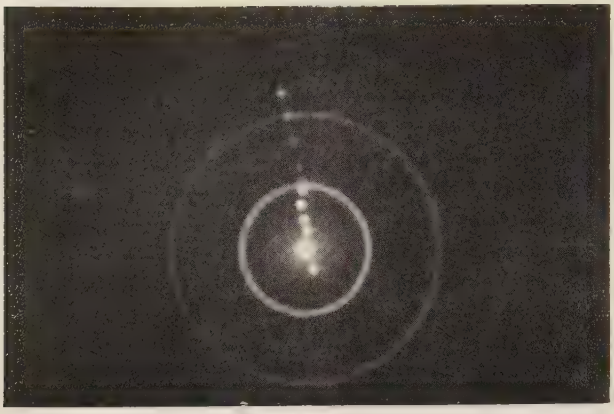
2．予備実験とその考察

Corner-Reflector を使用せずに，好天候（風力0～1，波浪0）に延縄のガラス玉浮標，ダルマ灯，等が Radar にどの位の距離まで現れるかを実験したところ写真2，の様に大約 2.0 Mile 位迄であつたが（第1報 Sketch 参照）天候の種々の変化には同様な期待は得られない．



（写真　1）

練習船敬天丸
総噸数…… 265噸
機　関……デーゼル500馬力1基
Radar…… M.R.-30 type
東京計器作成
最大 Range 30 Mile's
Scanner の高さ 10.5m
尖頭出力……30k.w.



Range…… 2 Mile range

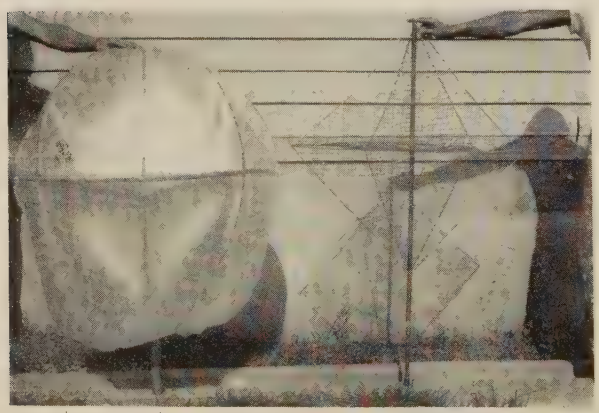
1.5 Mile　迄現れる
天　候　　b
風　力　　1～0
波　浪　　0
ウネリ　　0

（写真　2）

（写真　3）

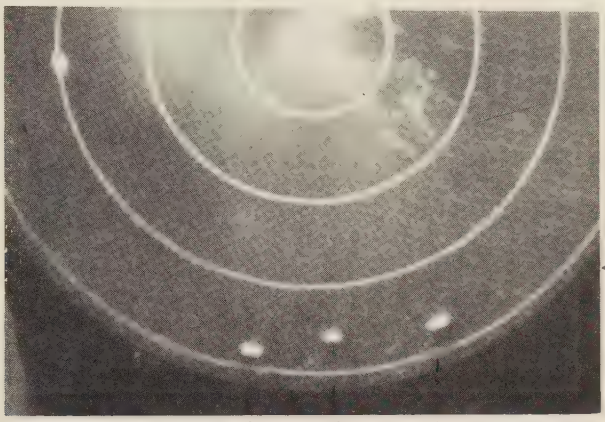
同型　3　種
Reflector　一辺の長さは　36 cm
材料の厚さ　0.3 mm

（写真　4）



同型　3　種
Reflector　一辺の長さは　57 cm
アルミ板　0.5 mm
銅　線…… 18 番線

（写真5）



過去の実験結果より Corner-Reflector の反射能率が普通考えられる材料別によつてどの様な結果を示すかを知る為，写真3，の様な同型三種の Reflector を作成し，水面上の高さを約 3 m とし鹿児島湾内で反射能率の実験を行つた結果，何れもその探知距離に大差なく最大探知距離，3.7Mile を得たが，当日は好天で風浪何れも 0 ～1 であつた．

以上の実験で軽量のアルミ板が材料として適当であると考えられた．尚，反射距離を増大させる為，更に写真4の様な大型3種（銅製金網，アルミ板製，アルミ板製に厚さ 0.1 mm のビニール覆を取付けたもの）を作り，竹竿との取付部に Ball-Bearing を嵌めて自由に回転できる様にし水面上の高さを約 3.2 m とした．

実験の結果，最大探知距離はビニール覆付アルミ板製では 5.5 Mile，アルミ板製では 5.0 Mile，銅製金網では 4.5 Mile であつた．レーダーに写つた状況を写真5に示した．

予備実験の結果から，材料は軽くて取扱の容易なアルミ板を使用すれば，水面上の高さを或程度迄高くする事に役立つと考え，風圧による傾斜を出来るだけ避けるためビニールを円型に覆せ，竹竿との取付部に Ball-Bearing を取付けて回転自由とし，実用操業実験を試みたら最も好ましいと思われた．前述のビニール覆製の Reflector の最大探知距離がいくらか良いのは，それに取付けた竹製枠の反射が加わるのではないかと思われる．Reflector 無しでビニール覆のみの反射実験では，Radar にはビニールによる映像は現れない事を確認した．

3．実用実験とその考察

予備実験の結果，Corner-Reflctor は材料としてアルミ板（厚さ 0.5mm）を用い，直径 40 cm の丸型を作成し，写真6の様に長さ 4.7 m の竹竿端に差込み，水面からの高さを約 3.2 m とし，水面には直径 33 cm のガラス玉浮標2個を取付け，下端に約 20 kg の丸石を吊下げ，出来るだけ直立して釣合う様に工夫し，敬天丸が赤道海域に出漁した際，実用実験を試みた．

（写真 6）

水面上の高さ 3.2 m
浮標…ガラス玉2個
丸 型　Reflector

天 候　bc
風 力　4
波 浪　3
ウネリ　2

昭和31年8月4日，鮪延繩投繩終了後，繩端に前記の Corner-Reflector を取付け，肉眼（双眼鏡利用）及び Radar によつて揚繩時迄約6時間監視中に次の実験結果を得た．

船体が風流圧によつて流され，漁具より遠ざかるにつれて見えにくくなり7倍双眼鏡を用いても 2.5 Mile で見失つたが，Radar では最大探知距離 5.6 Mile まで探知出来た．尙，実用距離として 4.5 Mile 迄は探知が容易である．当日は天候曇，風力4，波浪3，ウネリ2，で船体はかなり動揺していた．

翌5日には投繩後監視中延繩が風上及び風下に在る場合の探知距離について実験を行つたが，風下に在る場合が探知能率は良く約 0.5 Mile の距離差を認めた．風下の場合の探知実験では最大探知距離 4.2 Mile で実用距離としては 3.5～4.0 Mile であつた．

双眼鏡では最大視認距離 2.2 Mile 位迄であつたので Radar による探知能力の方が良い事がわかつた．当日は天候B.C，風力5，ウネリ2で波浪高く船体はかなり動揺し，前日の実験より気象状況は悪かつた．

以上の実験中に写真 7，8，9，10，11 を得たので参考に供する．

上述の実験結果によつて風力4～5の荒天操業の際にも，前述の Corner-Reflctor を取付ければ漁具監視に充分役立つと確信する．

流失防止の実際例を参考までに挙げる．昭和31年8月5日投繩終了後，Radar 及び肉眼で監視しながら揚繩時を待ち，揚繩開始時間となつて機関用意を令し，目標の Corner-Reflector に向う際，突然強いスコールが来襲し視界全く不良となり，目標を見失い直ちに Radar によつて探索したところ，左舷 15°，1.5 Mile の位置に探知しその誘導によつて漁具端に到着し揚繩する事が出来た．当時風速 17 m/sec，波浪4，で船体はかなり動揺していた．

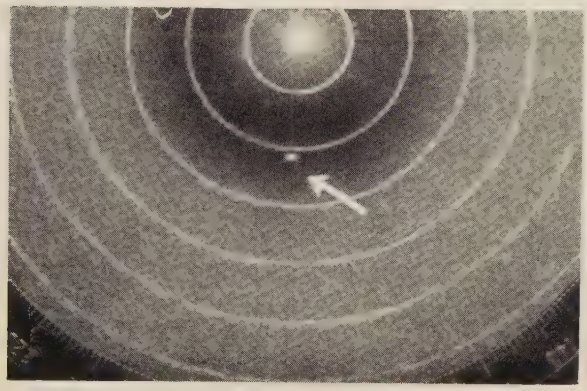
以上は早期発見の一例であるが，Radar による探知が出来なかつたとすれば，延繩発見には相当困つたことゝ考えられる．

Range…… 2 Mile Range

映像距離　1.1 Mile

天　候　bc
風　力　4
波　浪　2
ウネリ　1

（写　真　7）

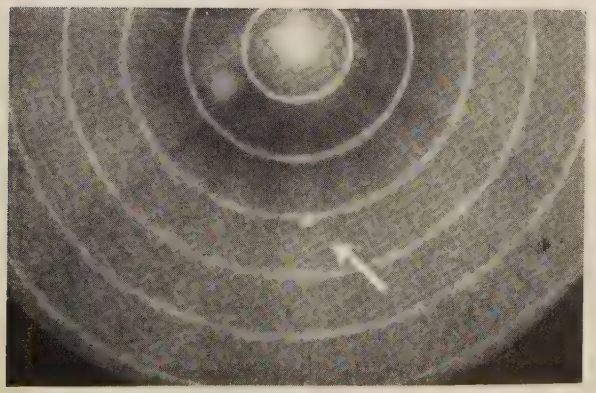


Range…… 6 Mile Range

映像距離　2.2 Mile

天　候　bc
風　力　4
波　浪　3
ウネリ　2

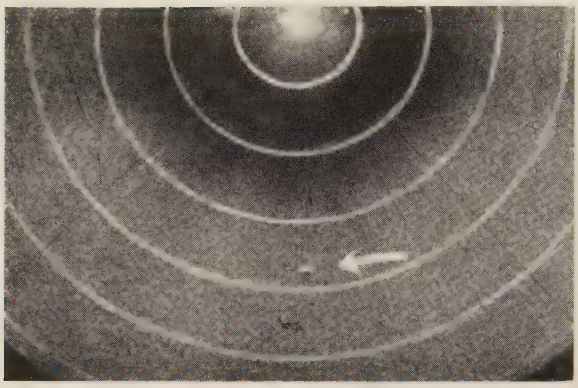
（写　真　8）



Range…… 6 Mile Range

天　候　r
風　力　4
波　浪　2
ウネリ　1

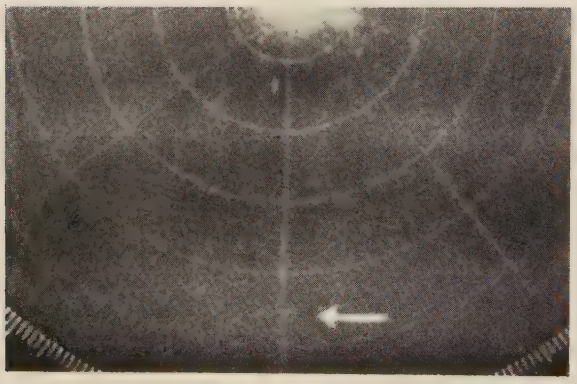
（写　真　9）



Range…… 6 Mile Range

映像距離　3.8 Mile
天　候　c
風　力　4
波　浪　3
ウネリ　2

（写　真　10）



Range：… 6 Mile Range

映像距離　4.6 Mile
天　候　cr
風　力　4
波　浪　3
ウネリ　2

（写　真　11）

＊ 最大探知距離は 5 6 Mile であつたが写真はとれなかつた.

〔註〕　使用カメラ，ニコン S2，オートアップ（1 m～50 cm）取付，高さ 58.5 cm のボール紙製空胴を作り上縁にカメラを接着させ，F 5.6，4～5 秒にて撮影，使用フイルム，サクラ SSS，印画ベロナ 2 号.

今後引続き実験研究を重ね，Reflector の取付間隔及び探索要領等について理想的な方法を樹立したい.

尙，強風下の使用に耐え，而も長期間使用出来る様に材料の吟味と作製法に工夫を加え，実用試験を重ねて理想的な副漁具として鮪延縄操業に役立てたい.

4．結　　び

実験研究の結果から次の事が云い得る.

1．実験に使用された Corner Reflector は強風，荒天下（風力 4～5，波浪 3～4）に於ても 4～5 Mile の探知距離で流失防止に役立つ事が出来る.

2．第1報の結びで述べた事項が更に強化された.

3．夜間操業に於ても切断流失の不安が少くなつた.

4．実用探知器具としての Corner-Reflector は反射面積の増加には限度があり，従つて水面上の高さを増して風圧による傾斜を出来るだけ少くし，材料の腐蝕防止及び強度の増大，取扱の簡易等の点で更に研究の要がある．

終りに御指導御鞭撻を戴いた本学部金森教授，高橋教授，皆元教授，盛田助教授，Reflector 作製に御協力下さつた機械工場の諸氏，実験に御尽力下さつた敬天丸航海士各位並びに乗組員の方々に深く感謝の意を表する．

Résumé

Upon the ocean, under the tremendous pressure of wild weather, it has been beyond human power to prevent the tuna-long-line from being snapped and lost away.

In this experiment, the installation of corner-reflector enabled us, within the practical distance of 4～5 miles, and under the stress of 4～5 wind-power, to inspect and search the long-line conditions to prevent its snapping away successfully.

The items reported on the first paper was advanced; with a prospect promising us a safe and secured manipulation, under the darkness of night, without any fear of long-line's snapping away.

The further research will be rewarded by an advanced and more practical method of securing the long-line manipulation's stability.

参 考 文 献

1．源河：レーダーによる鮪延縄の探知について第一報，鹿大水産学部紀要，第4巻，昭30年12月．
2．波多野，高木：新しいレーダー M.R. 30 について，日本航海学会誌，昭30年11月．
3．井関，楠，庄司：船用 3.2cm レーダーによる各種物標よりの反射強度，商船大学研究報告，昭30年10月．
4．落合：レーダーによる海上小目標の探知距離について，日本航海学会誌，昭和31年5月．

1955年6月20日の皆既日食時における観測について（気象・海洋・生物の部）

藤田親男・源河朝之

Observation of the Total Solar Eclipse in June 20 th, 1955 on Board Ship

——The Meteorological, Oceanographical and Biological Parts——

Tikao Huzita and Tomoyuki Genka

1．緒　　言

日食の正確な観測は，海洋上では非常に困難な事とされていて，天文学者は通常中心帯上の小島を選んで観測を行つて来た．尚日食の際の気象学的，海洋学的又は生物学的調査も海洋上では明らかにされていない[1)2)]．我々は漁業実習と日米加共同海洋観測のための航海と同時に，海洋上での日食の観測及び日食時の海象調査を実施することにした．天文の部には熊大観測班（小貫・近沢・上西・和泉）に藤田が加わり，その他は鹿大にて実施することとし，敬天丸は6月11日鹿児島を出港し，7月19日帰港した．本報告では，天文の部[3)]を除いた気象，海洋及び生物調査についてのべる．

2．調査及び結果

敬天丸は6月17日に予定の観測点 N 11°, E 130°に到達した．しかしこゝでは熱帯収斂線のため，6月20日の観測は不可能の見通しが得られたので，急遽，南東にあたる N 9°16′, E 134°31′ 即ちパラオ北方 100 浬の地点に移動し，こゝで日食の始まるのを待つた．日食の始め頃には，弱いスコールがあつたので2回ほど移動を行つた．皆既前より青天となり，停船したまゝで完全に日食の観測が出来た．即ち我々は紅焔コロナ及びその流線，ダイアモンドリング，シャドウバンド等を観察出来て，文字通り日食を満喫した．又天文学的な観測も，海象の調査も順調に進行し，16 mm シネ，6×6 cm レフ等での撮影（白黒及び天然色共）も出来た．以下に気象，海洋及び生物関係についてのべる．

(a) 気象，海洋状況は図の様であつた．気温 (air temperature, A. T.) はブリッヂ側面の日蔭にて測定し，表面水温 (water temperature of the surface, W. T. S.) は船側の日蔭の表面水をくみあげて，通常の通りの測定をなし，50 m 水温 (water temperature of 50 m layer, W.T. 50m) は，いうまでもなく，転倒寒暖計を用いたものである．図の C_1, C_2, C_3 及び C_4 は夫々第1，2，3 及び 4 接触の時刻をあらわしている．又図には雲量 (cloud)，気圧 (atmospheric pressure, A. P.) も示してある．尚観測値は便宜上直線をもつて連結した．

気温は皆既に近づくにしたがい急激に降下し，その降下量は約 2° 近くになり，最低の時刻は，明らかに皆既の真中の時刻よりおくれておこつている．表面水温については水は熱容量が大きいから，皆既となつても，検知し得る程降下しないであろうという一般の予期に反して，それは緩慢ではあるが降下し，その降下量は約1°近くもあつた．皆既前よりエンヂンは停止してあつ

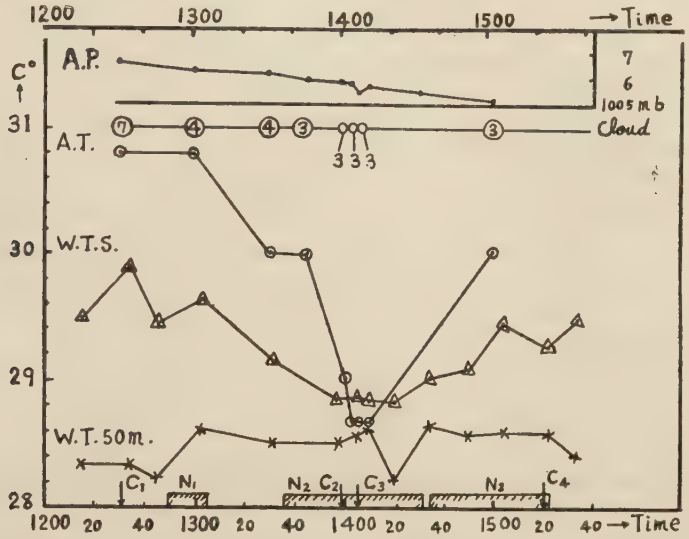


Fig. The change of the meteorological and oceanographical quantities during the solar eclipse.

A. P.: Atmospheric pressure in mb.
Cloud: Amount of cloud in decimal.
A. T.: Air temperature.
W. T. S: Water temperature of the surface.
W. T. 50 m: Water temperature of the 50 m layer.
C_1, C_2, C_3 and C_4 represent the 1st, 2nd, 3rd and 4th Contact respectively.
N_1, N_2 and N_3 represent the order of the net drawn.

たが，船が drift したので，風，海流等の影響もあり得るから，この降下の原因は単に太陽の輻射のみによるとは考えられない．しかし日食時の表面水温降下の原因についての探求はまことに興味ある問題である．次に，50 m 水温は，皆既后約20分のところに，最低があるが，これが果して何の原因にもとずくかを決めるには，今後の研究にまつところが多い．尚気温，水温の変化についての考察は，後程発表される予定である．

(b) 稚魚，仔魚：直径150 cm のごく小さな目の net で3回採集した．図の N_1, N_2 及び N_3 は夫々第1，2及び3回に net をひいた時間をあらわし，これと C_1, C_2, etc. とより，食の進行状況との関係が明らかになる．第1回（12^h51^m～13^h3^m）は12分で，スコール来襲のため船を移動し，短時間採集する．緑藻類のついた大豆粒位の軽石3個を得た．第2回（13^h38^m～14^h24^m, 46分）は，皆既の時間をも含めて採集する．皆既では空は暗く，金星，オリオン，アルデバラン等が輝いており，新聞の活字，シャッターの時間マークも読めぬ位の暗さである．採集されたものは，表に示すように，カツオ類及びアジ類にごく近いものや，イカ及び夜間に採集されるプランクトンであつた．第3回（14^h36^m～15^h22^m, 46分）は，皆既がおわつてから投網し，部分食終了と共に揚網した．このときも軽石10個のみ採集された．以上の3回のうち，第2回

Table : Larvae appeared on the water surface during the eclipse.

Species	Length in mm	Number of fish
* *Myctophidae* (ハダカイワシ類)	4.4～9.8	7
Prognichthys seali ? (ダルマトビ?)	5.0	1
Mullidae (ヒメジ類)	ca 8.0～17.5	3＋2 (damaged)
* *Thunninae* (マグロ類)	3.8 4.7～6.4	1 3
* *Epinnulad* (アオスミヤキ)	5.3	1
Liocranchia reinhardtii (ホウヅキイカ類)	—	2

The mark * denotes the nocturnal larvae on the water surface.

だけは表層で夜間出現するハダカイワシ類，マグロ類，アオスミヤキ等が採集されているから，この程度の暗さが稚仔魚等の行動を知る目安になるものと考えられる．プランクトンに関する調査は後程発表する予定である．

(c) 海鳥の動静： $12^h\,51^m$ 頃船側 20m 附近迄カツオ鳥が1羽飛翔し来り，$12^h\,59^m$ 頃になると多数となり，海面にて盛んについばんでいた．$13^h\,15^m$ 頃にカモメが1羽数回船上を飛翔の後飛び去り，$13^h\,40^m$ になると，冬の夕方位の暗さになり，風が吹き始め，すゞしく，むしろ寒くなる．皆既になると海面はよく見えなくなり，海鳥の動静もわからなくなつた．皆既がおわつても，しばらくは海面にてついばむ鳥は，20～30羽は数えられた．しかし明るさが増すにつれて，次第に何処かへ飛び去つた．

(d) 短波の受信感度は，日食がすゝむに従つてよくなり，皆既がすぎると低下し始めた．この状況はテープレコーダーに収められたから，自差測定等をもあわせて，後程発表される予定である．

(e) 皆既食前后の船の動静並びに天候の状況を参考のため下にかゝげる．

1153: Stopped eng. & commenced observation of "eclipse of the Sun".
1200: Gentle breeze & cloudy with slight sea & slight swell.
1323: Ship's position (09°–16′N, 134°–31.5′E).
1535: Finished observation of Solar eclipse.
1600: Gentle breeze & fine but cloudy with slight sea & slight swell.

以上の観測調査（天文関係も含めて）は，敬天丸航海士，乗組員及び本学専攻科学生の援助によつて行われた．尚稚仔魚の同定は今井助教授によるものである．記して感謝の意を表する．(31-9-20)

Résumé

In this paper the description of the meteorological, oceanographical and biological investigation obtained by the observation of the total solar eclipse in June 20 th, 1955 on board ship, Keiten-maru are represented. The drop in air temperature was nearly about 2°C and the amount of cooling down of the water temperature of the surface was nearly about 1°C. Some of the nocturnal larvae appeared during the time including the total eclipse.

文　　献

1） H. Menzel（鈴木訳）：Our Sun p. 241.
2） 末広恭雄：魚類学，p. 147.
3） A. Onuki：Kumamoto J. Sc. A. Vol. 3 No. 1 (1956) 71.

大型対称式回流水槽について

奈良迫嘉一・金森政治

On the Kagoshima University Large-sized Experiment-tank Consisted of Twin Symmetric Elliptical Circuits

Yoshikazu NARASAKO and Masazi KANAMORI

1. 緒　　言

今回鹿児島大学に新しく大型対称式回流水槽が設置された．1870年 W. Froude 以来流体力学研究の手段として模型実験水槽は非常に重宝がられているが本学の水槽もその活用と精進に依つて今後の漁業の科学化特に漁船，漁具の流体力学的検討とそれに依る資材の効率的設計とを通じて漁業の発展に寄与し得ることが期待されよう．本水槽設置の目的は上述の如く船の抵抗，網の抵抗，魚体の抵抗等いわゆる流体抵抗を測定するのが狙いであつて，始め長さ 120 m 位の普通船型試験水槽を計画していたが膨大な経費を必要とするため，もつと経費を要しない簡易な水槽としてこの回流水槽を立案した．吾々は先ず手始めに長さ 1.55 m，幅 0.60 m，深さ 0.15 m の木製片廻り回流水槽（槽壁，槽底は何れも木製，水車，整流板等はトタン薄板）を作り，之に交流 200 Watt の可変速モーターをすえて水深 0.07 m で最大 20 cm/sec の流速を生ぜしめた．この水槽に依り回転数を色々に変化させた各段階に於て如何にすれば抵抗測定場所の流速を水平，垂直的に均等ならしめ得るかを実験的に研究した．そして固定整流板を使用する

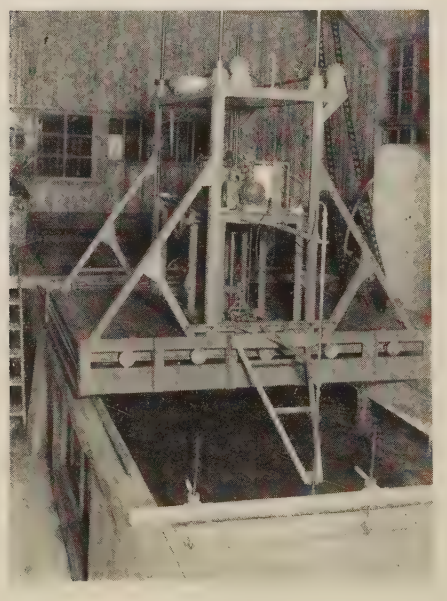
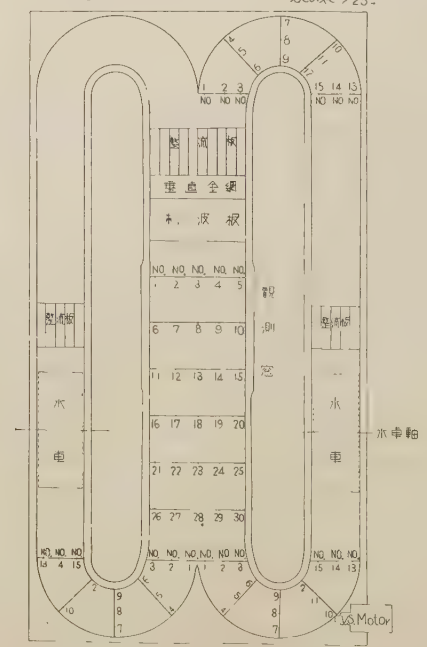
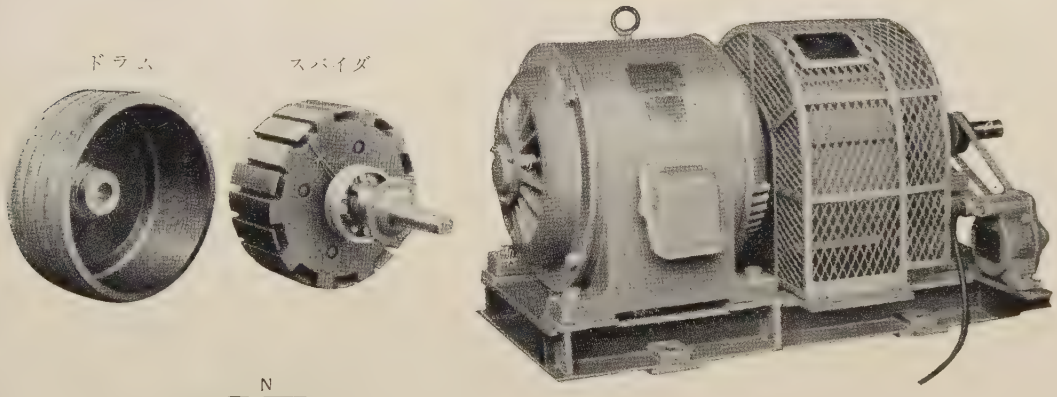


Plate　1

Fig. 1　回流水槽平面図　scale 1/25



とともに従来理論的に肯定されてはいたが一般の流体力学実験では採用されていなかつた水平，垂直速度分布調整用整流板という着想を実施して十分の成果を収めることができた．本格的水槽の設計計画に当つては特に高速時の表面波の発生を懸念し，測定位置の上流側に制波板を取付けることにした．因みに制波板は九州大学渡辺慥弘工学博士が戦時中海軍の依頼で実験用竪型小回流水槽に用いられたのが本邦に於ける始めである．Plate 1 . Fig. 1 に示したように本水槽は長さ 14.0 m, 幅 7.1 m, 深さ 1 m の鉄筋コンクリート製であつて中央部模型抵抗測定の直線水路幅 2 m，その左右両側水路幅 1 m で対称式に左右の水が中央部で合流して循環する．尚左右両側の水路には夫々木製カバー付き直径 2.5 m, 幅 1 m, 固定翼板数 24 の水車を 1 基ずつ設け之を電子管制御に依る遠隔操縦可能の可変速 10 馬力交流モーターで回し図示の整流，制波板等の作用に依つて対称式等流速水路を作つて，連続的且つ自由に流速を変え最大 0.8m/sec 迄得られるようにしてある．中央抵抗測定位置のコンクリート壁両側には長さ 2 m, 幅 1 m, 厚さ 12 mm の観測用並びに写真撮影用の特殊強化ガラスをはめこみ，更に側壁上面にはレールを敷いて，抵抗計測台車を前後自由に移動でき且つ任意の位置で固定出来るようにした．台車は下部が固定し中央部天秤取付台だけが左右，上下に動けるようにしてある．この装置で抵抗測定可能の範囲は長さ 2 m，幅 2 m，水深 1 m で網の模型実験という特殊な要求から世界でも稀な大幅水槽となつたものである．総工費約 250 万円，内訳建築 75 万，鉄筋コンクリート水槽 35 万（工事担当御牧組），10 馬力交流可変速モーター 30 万（製作担当安川電機），水車伝導装置 28 万，計測台車 35 万，整流，制波板 15 万（製作担当米重精機），配線工事 13 万，給排水工事 12 万である．



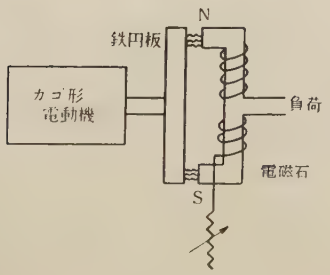


Fig. 2.

10H.P. VSC-R 型
(カップリング開放遮蔽型、スリップリング開放型、制御用または速度指示用発電機付)

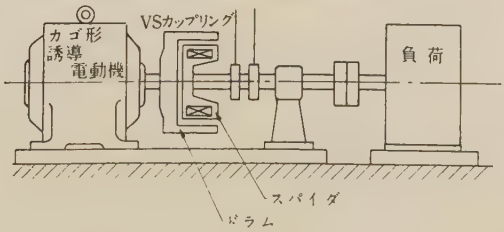
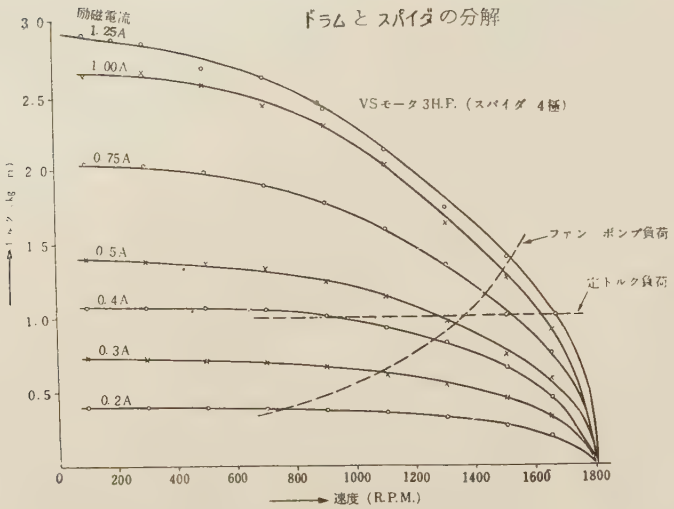


Fig. 3.

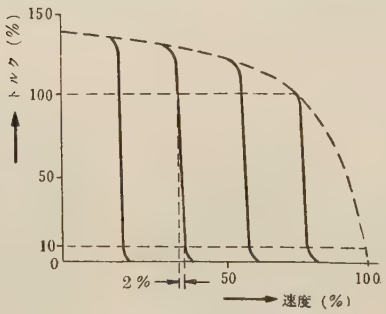


基本方式　トルク一速度曲線

Fig. 4.

2．本試験水槽の特徴

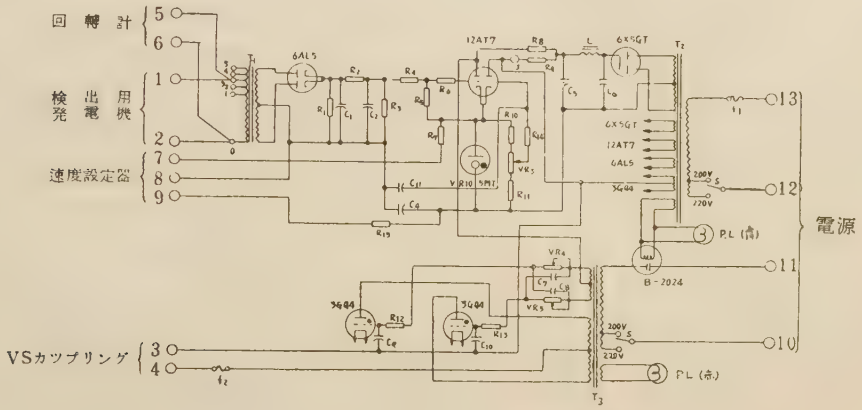
1．電子管制御による遠隔操縦　Fig. 2 の如きドラムとスパイダーで組立てられた カップリング（10馬力，1,600～160 r.p.m.）が Fig. 3 のようにカゴ型誘導電動機 10 馬力（7.5 K. W. 200 V, 60 Cycle, 28.7 A, 1750 r. p. m.）と組合せられている．このカップリングは VS カップリング（Vari-Slip）と呼ばれ，電磁石と之に依つて誘起される渦電流とを利用し，電磁的に結合滑り得るカップリングとしたもので，このスパイダーに巻かれたコイルを直流の色々の電流値で励磁すると Fig. 4 のようにトルク特性が変る．このような特性では負荷が変つたとき回転数の変り方がひどいのでサイラトロン方式の自動速度調整装置を使つてセットした値から回転数がずれないように制御する．この方法を用いると速度検出用発電機からとりだした電圧で VS モーターがセットした回転数より早すぎるか遅すぎるかを判断して VS モーターの励磁を減らしたり増やしたりするので Fig. 5 のような良い特性になる．即ち負荷が 10％から 100％まで変つても速度変動が 2％位しかなく，その上制御範囲も 1：10 に及ぶ優秀な特性を示している．この式の利点として発生トルクが励磁電流によつて簡単，容易に増減できるので無段階の速度制御．トルク制御ができ又モーターの負荷電流を入，切せずに小さい励磁電流の入，切で起動，停止ができるのでクラッチとして切離，連結操作ができるし，起動電流を流すことなく頻繁なる起動や慣性体起動が出来る．更に励磁電流が小さいので遠方操作や自動運転が極めて容易である．励磁に要す



サイラトロン方式
トルク一速度曲線

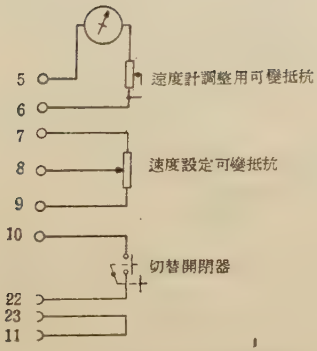
Fig. 5.

る電力が極めて小さいため励磁に必要な直流電力を交流電源から容易に取り得る．Fig. 6 は小型サイラトロン VS 制御盤接続図，Fig. 7 はサイラトロン操作盤接続図，Fig. 8 は相互配線図である．



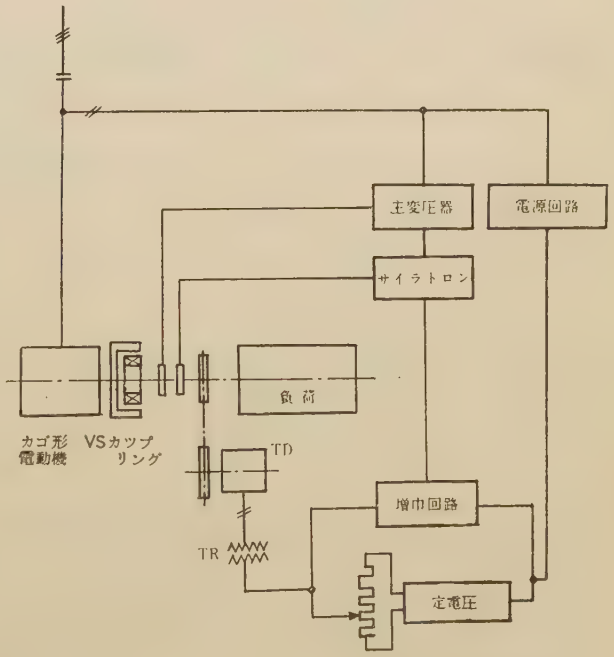
小型サイラトロン VS 制御盤接続図

Fig. 6.



サイラトロン操作盤接続図

Fig. 7.



サイラトロン方式 接続図

Fig. 8.

2．水路幅2m，水深1mの世界にも稀な大回流水槽　一般に従来の回流水槽は水路幅1mが常識であり，欧洲随一と云われるイタリヤ・ゼノア大学造船学科実験室のものでも 1.2m である．吾々が特に 2m の水路幅を決定した所以は先にも述べた如く網の模型実験の特殊な要求からであつて従来認められた田内の漁網比較法則は網糸の剛さが無いものとした場合にのみ成立つのであつて，模型網の寸法が小さくなればなる程，実物網と模型網との網糸の剛さの違いが影響して実験結果の精度を大きく左右することになる．従つて模型網寸法は大きい程良いことになる訳で，ここに水路幅が大きくなつた理由がある．勿論の事であるが船型試験の場合も垂線間長1mの模型を使えば境界層の理論から云つても現水槽の水深，水路幅で十二分であろう．

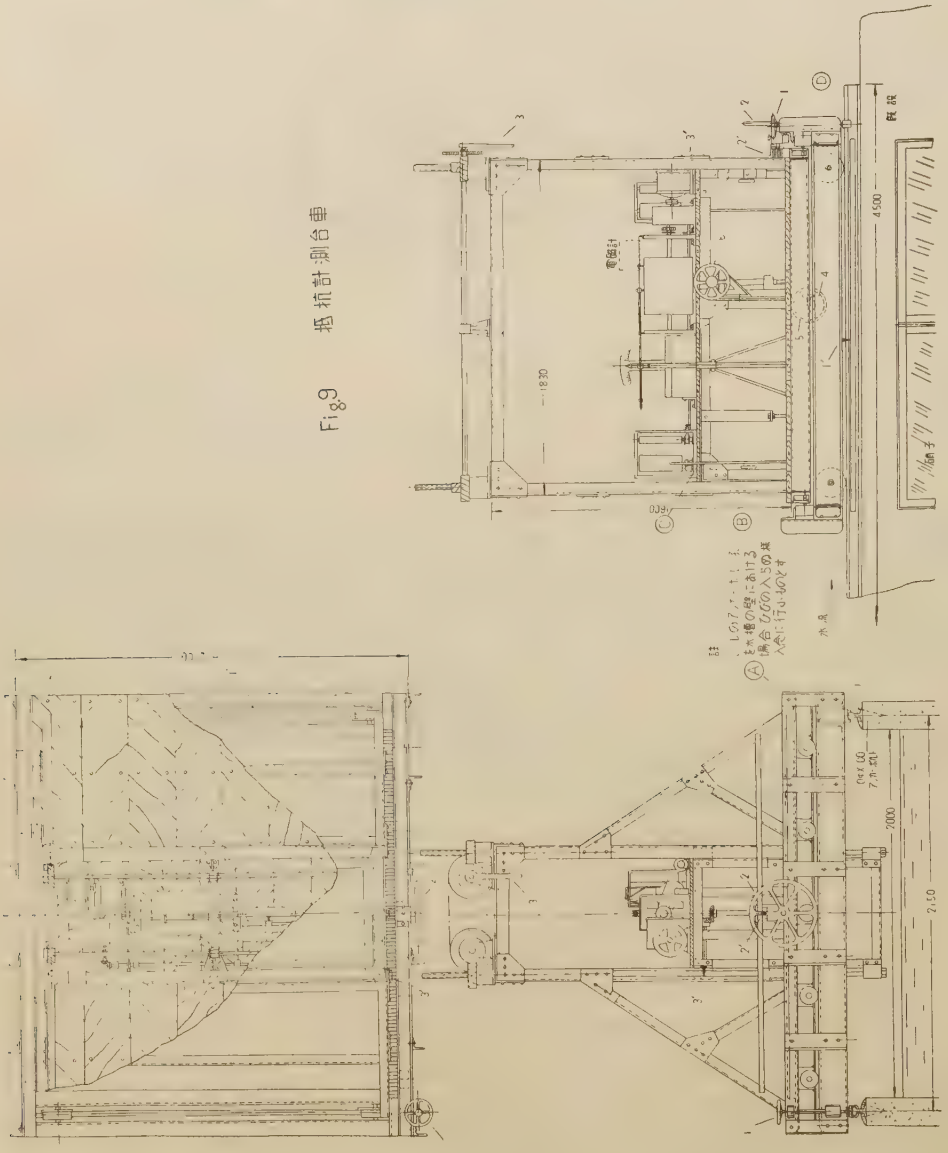


Fig.9　抵抗計測台車

3．三次元測定可能の精密抵抗計測台車　Fig. 9 は之を示す．ハンドル 1 をゆるめ台車を前後指針 1′を基準にして所定の位置迄レール上を前進させ，1 をしめて台車をレールに固定する．

次にハンドル 2 を動かし台車の左右を指針 2′に依り決定する．ラチエットハンドル 3 を動かし上下指針 3′を基にして中央天秤取付台車の高さを決める．模型船を所定の吃水，トリムに合せ台車下方水面に浮べ天秤のロックを外し，既にバランス調整済みの天秤下部の曳引桿前後の嚮導装置に取りつける．ハンドル 4 をゆるめハンドル 5 を回して模型固定用つかみの高さを調整後 4 をしめる．ハンドル 6 を使つて模型を予じめ流されぬよう水面上にロックする．

以上が実験開始迄の台車操作順であつて，かようにして抵抗測定点は精度 1 mm 三次元可動の自由度を与えられることになる．台車の骨格はすべて鋼製であり，抵抗検力計（天秤）はジュラルミン製で大体 Froude 式に準じたものである．

Fig. 10 はその構造略図を示したもので天秤 B は支点 k にて台車 T_1 上に自由に支えられ，この天秤の縦軸の下端 ⓐ と 模型船体とが水平桿 r_1 にて 連結され 模型船体は 台車に水平に取りつけられる．回流水槽が運転されると模型船の受ける抵抗は此の天秤を支点 k の周りに廻転せしめようとする故，之に対して天秤の横軸の一端ⓑに発条 s を，其の横軸の一端 ⓑ 或は他端 ⓓ に適当な重錘 W を吊して天秤を平行な状態に保たせる．発条 s の伸縮に応じて天秤の縦軸の上端 ⓒ を支点とした抵抗記録用水平桿 r_2 は水平往復運動をなすが故に，水平桿 r_2 に附したペン p_1 は記録円筒 D_1 上に発条 s の伸縮状態を 3 倍に拡大して描く．斯くして重量Wの量と p_1 に依つて 描かれた 波状曲線にて 抵抗を算出する．ペン p_2 は 台車 T_1 上の電磁時計 H により電気的に 1/5 sec. 或いは 1 sec. 毎に動かされ，記録円筒 D_1 上にその周期の凸凹を描く．ペン p_3 は広井式流速計（Plate 2）の 10 回転毎の電気的接触記号を与えるもので同じく D_1 上に 描かれる．従つて此の両者より水の回流速度を正確に知ることができる．模型船曳航中の前後のトリムの状態は縦桿 r_3 の上下動に依て，記録円筒 D_2 上に ペン p_4 に依つて記録される．尚流速計の取付位置は後部模型に対する相互干渉を考えて模型船前方 1 m の位置に垂直に取りつけてある．流速計として螺旋型の広井式を選んだ理由は他の流速計に比し比較的流速の変化に順応し易く斜流に対してよく垂直方向の分速度を示すことができるからであつて，その検定は普通船型試験水槽（東京大学 並びに 横浜大学）に依つたもので信頼度は充分大である．漁網実験の如く潜水体の抵抗測定の場合は Fig. 11 の如く天秤縦軸下端ⓐに摩擦抵抗の 出来るだけ小なる 絹糸を結び 後方垂直金具に 取付けられた滑車 P に水平に導き之より測定体に更に導索をとることになる．滑車は何れも摩擦を小ならしめるためピヴオットで支えられている．

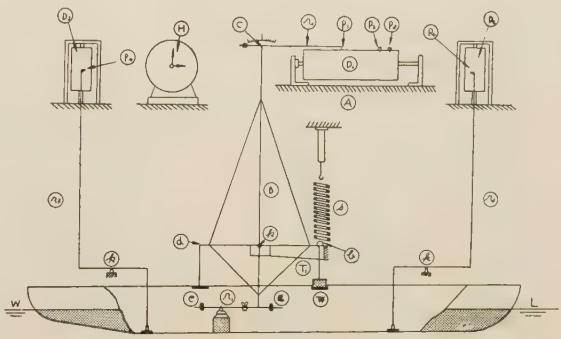


Fig. 10　模型船体抵抗計測装

4．水平，垂直速度分布調整用整流板並びに制波板に依る立体調整　由来回流水槽は模型と流水との相対速度を立体的に調整し得ない所に大きな悩みがある．即ち通常の片廻り回流水槽に

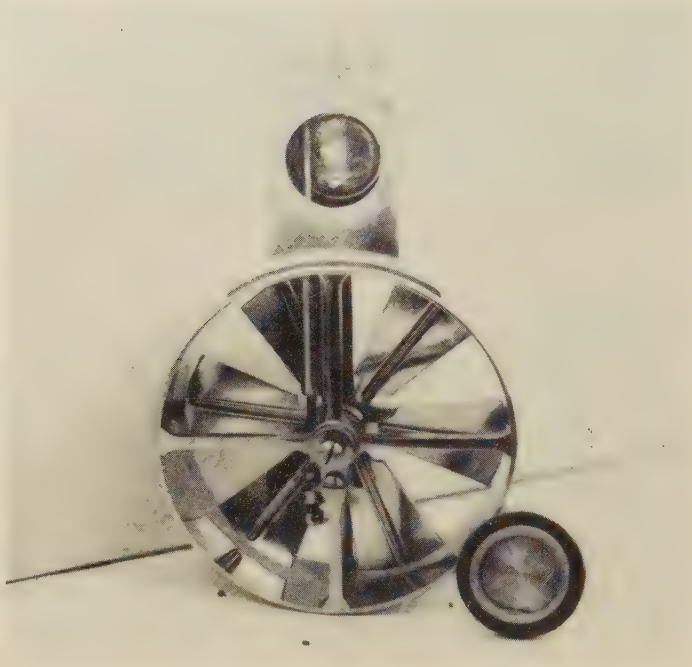


Plate 2　　広 井 式 流 速 計

於ては彎曲部の如く流れが急に曲る場合はエネルギーの損失が大きく流れそのものも遠心力に依り外側に片寄り流速も外側で速く内側で遅くなる．従つて彎曲部には Fig. 12, 13 の如く適当な固定整流板を配列して流れを細かい水路に分けその末端は Fig. 13 の如き水平速度分布調整用整流翼としてベルヌイの定理に従つて水平的速度調整を行う．引き続き直ぐ下流の直線水路の上手に流を整えるため再び固定整流板を設けその

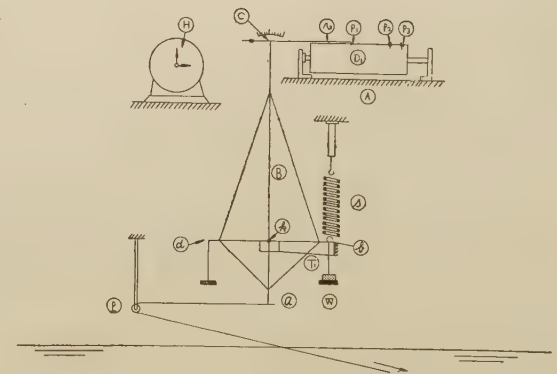


Fig.11　濾水体抵抗測定

Fig.12　固定整流板

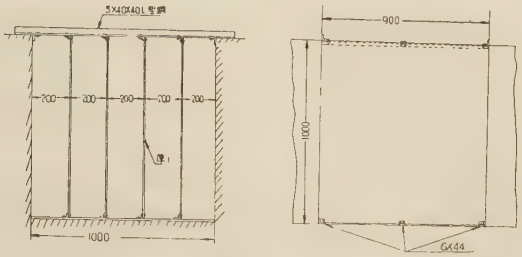


Fig.13.　湾曲部固定整流板並びに水平速度分布調整用整流翼

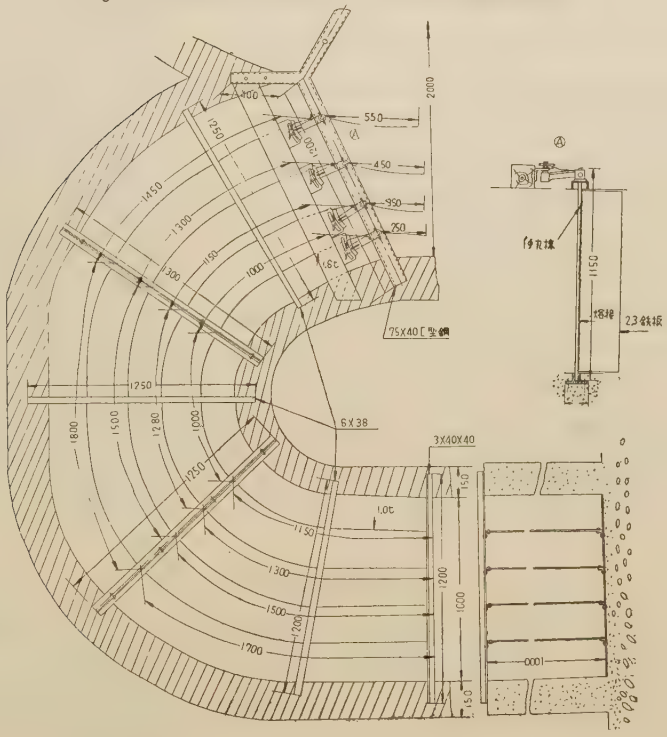
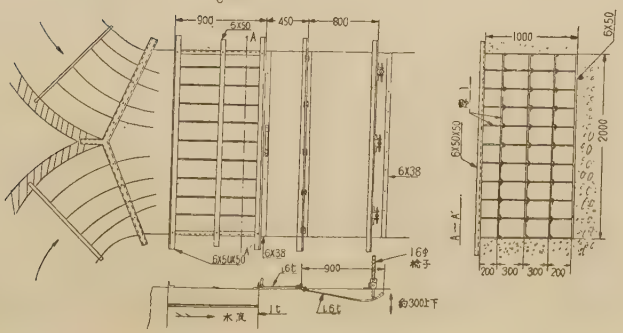


Fig.14　制波板



末端に垂直速度分布調整用金網 25cm×200cm を 4 段に垂直挿入できるよう溝枠を設け，各流速に応じて適当なメッシュの金網を使用する事で垂直的速度調整を行う．更にその下流には Fig. 14 の如き制波板を設け高速の場合の表面波の発生を押え上述各種整流板と併用して均一な整流を得るようにしてある．この制波板はハンドルの操作に依つて水槽の水深に応じて上下ストローク約 30 cm が利くようにしてある．尚水中にある鉄板は防錆並びに耐薬品の目的から特殊の塗装を行なつた．即ちA社塗料製品ポリビタイプ 2 白色（塩化ビニール，酢酸ビニール共重合体を主体とした塗料）であつて之はビニライド耐酸，耐アルカリ，耐油，難燃性塗料で而も従来のビニール系塗料の欠点であつた熱可塑性，密着性，耐熱性，耐光性等を向上させた新製品と云われる．始めミルスケールをブラシで落した上ウオッシュプライマーを施し 2 時間後に本塗装 1 回を行なつた．塗装後 1 年の結果はかなり良好な成績を示したが特に水の衝撃或いは機械的振動の激しい場所は物理的な外力から亀裂を生じ剝離し易い傾向にあるようで塗装法の改善と同時に新しい塗料性能の検討が要求されよう．

5．観測窓用特殊大型強化ガラス　回流水槽は普通試験水槽と違つて，模型を水中に静止させて，運動に対する抵抗，波の形状，船体上各点に作用する圧力，水流の運動，網成りの変化等を求め易い特徴がある．従つてその状態を観測乃至撮影するための窓ガラスは清澄，透明さは普通ガラスと同一の性能を要求される事は勿論のこと，流水の動圧に対しても決して屈撓或いは破壊しない程度の強靱さが必要である．このガラスは強化ガラスと呼ばれ上記諸条件を満足するのみならず万一破壊の場合も破片は鋭い角のない粒状となつて怪我の原因を無くし危害予防上優秀な安全性を発揮する．厚さ 12 mm で可視光線透過率 92％，重量 2.80 kg/ft²，周辺を保持した矩形板ガラスの場合，等分布荷重 0.500 kg/cm² としてそれに耐えられる板ガラスの最大面積は 3.7 ft²（安全率 5），又之に耐えられる最大集中荷重は 145 kg（安全率 10）である．尚このガラスは温度の急変に対する抵抗性も大で，普通の板ガラスで 60～70°C で割れるのに対し 200°C 以上の温度変化にも耐える．本水槽に使用せる分は大きさ 2 ft 6.6 inch×3 ft 1.2 inch 厚さ 12 mm の磨きガラス 2 枚続き 2 組である．

3．本試験水槽の性能

Fig. 1 は水槽の平面図であつて直線水路部の流速測定点番号を示す．即ち検定は立体的であつて長さの方向へ 6 段階，幅の方へ 5 段階，更に深さの方へ 5 段階位置をプロットしてある．

Fig. 15 に示すように整流，制波板がないときは通常の水力学実験の場合と同じく中央深さの 7 割高さで流速最大で，側壁，槽底に近づくに従つて水の粘性の影響でその値を急速に減じている．注目されるのは水路が中央に対して対称的であるため流速分布も殆んど左右対称であり直線水路部の下流に下るにつれて自然の整流効果が著るしいことである．Fig. 16 は整流，制波板を設けた場合であつて整流翼は R_1 7 外，R_2 8 外，R_3 7 内，R_4 8 内；L_1 6 外，L_2 8 外，L_3 3 内，L_4 1 内に固定，制波板下面は静水面に接触状態に支えてある．一般に実験の結果では，0.6 m/sec 以下では殆んど制波板の必要を認めない程水面は平静である．前者の場合に比し明らかに水路の整流化が認められ等流速分布の標準偏差も略〻 0.04（平均流速 0.55 m/sec.）となる．Fig. 17 は之に更に垂直速度分布調整用金網を併用したもので，ここではメッシュ 3 cm 分を水面より 25 cm～50 cm，2 cm 分を 50 cm～75 cm の間に垂直 2 段に使つてある．ここで吾々が金網を採用した所以は，本水槽の水深が水路幅の 1/2 で割に浅く，而も垂直方向の速度勾配

Fig.15　導流堰分布（整流制波板未使用）
370 r.p.m.　27A

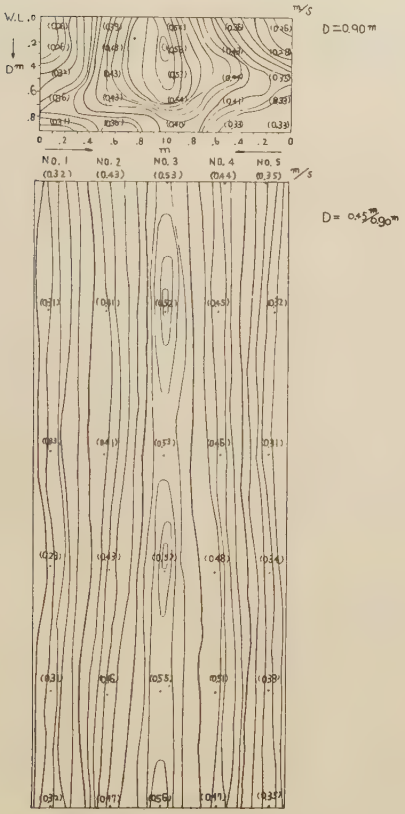


Fig.16　導流堰分布（整流制波網使用）
400 r.p.m.　27A

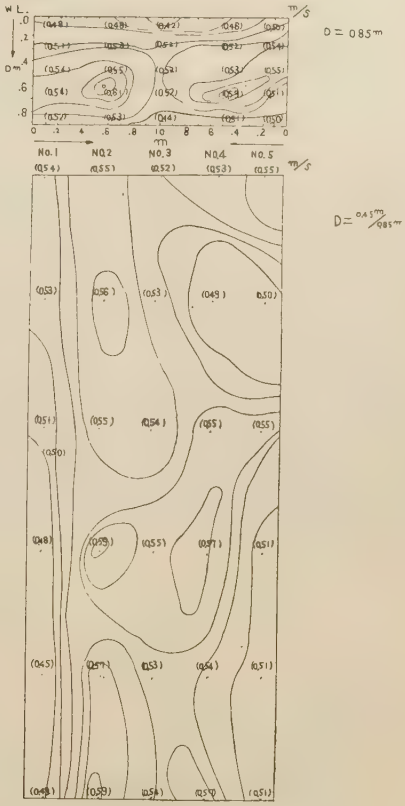


Fig.17　導流堰分布（整流制波板金網使用）
400 r.p.m.　14A

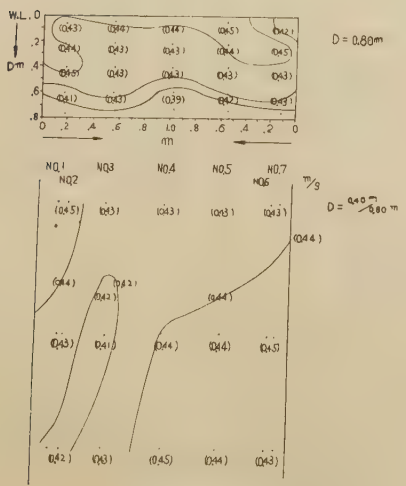
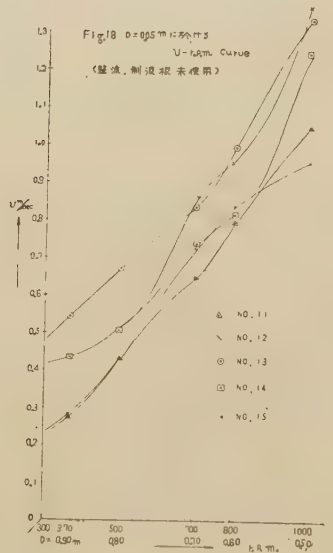
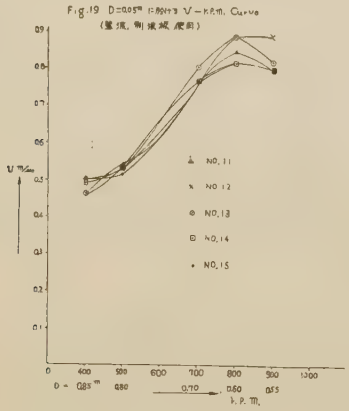
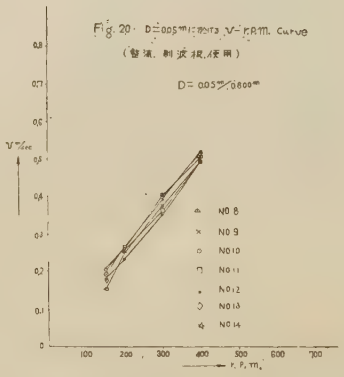


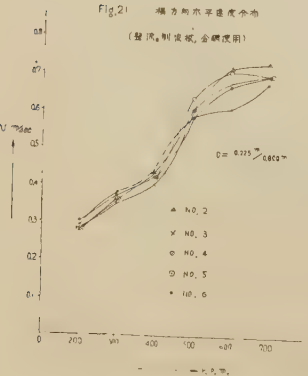
Fig.18　D=0.85mに於ける
U-r.p.m. Curve
（整流制波板未使用）

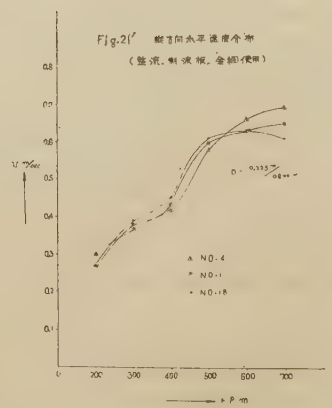


が余り大きくないため金網の流体抵抗に依り流速調整が可能であろうと考えたからである．図で明らかなように流速は一段と均一分布となり，抵抗実験に必要な水路部の立体的流速分布標準偏差も 0.02（平均流速 0.43 m/sec）に縮まり略々吾々の所期の目的を達した．尚当初予期の如く金網の抵抗はメッシュの大きさの二乗で利くため高速になるに従つて水路の整流は困難となり，r. p. m. 400（平均流速 0.4 m/sec）を境いに金網のメッシュを一段大きくする必要を認めた．然しながら一般に高速に比し低速側の流速調整は容易なるため或る回転数毎に調整をやり直すことで等流速水路を設定出来ることを確めた．Fig. 18, 19 はモーター馬力に対する本水槽の性能の限界を知るために行なつた実験結果で，縦軸は各観測点の水面下 5 cm の流速，横軸は水槽内に貯えられた水の深さとその時に於ける VS モーターの定格電流に押えられた回転数即ち最大回転数を示すもので前者は整流，制波板がない場合，後者は之を取りつけた場合である．之より整流，制波板の利きが明らかに認められ而も上述の如く或る回転数毎に整流，制波板を再調整する事が必要なことを示している．Fig. 20, 21 (21′)は水深 0.8 m を一定として V.S. の回転数を漸減した場合に流速分布がどのように変るかをみたもので特にこの場合は測定点を巾の方へ 2 点追加して境界層の変化を調べるようにした．前者は整流，制波板のみの場合，後者は之に金網を併用した場合である．之から明らかなようにモーターの回転数と流速とは厳密に比例し，而も後者では殆んど巾，深さ，長さの方向へのむらがない．高回転側で曲線が横に寝るのは負荷が大きいためベルトがすべる影響と考えられ，現在のモーター馬力では高速実験









は水槽水深を落して負荷を軽減する事が有利である．この点経費の問題からとは云え当初計画通り 15 馬力モーターを据付け得なかつたのは遺憾である．Fig. 22 は微速運転時の表面流跡線の変動を調べたもので観測窓の凹みの影響で多少（1％）周辺流れは内側へ偏つているが中央部では殆んど平行に流れて居り抵抗試験への影響はないと考えられる．

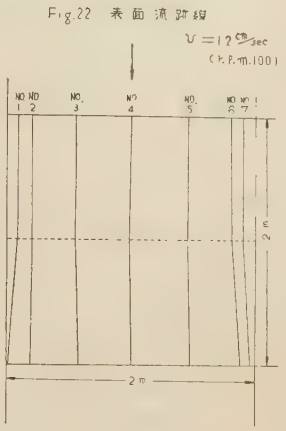


Table 1 は整流，制波板並びに金網固定の場合のモーター回転数と等流速分布標準偏差との関係を示し，Table 2 は本水槽の流速完全整定迄の時間を与えたもので，モーター始動後 17 分で流速は完全整定し，それ以後流速の時間的変化は認められない．若し測定誤差 3％を許すならばモーター始動後 7 分で実験をすすめる事も可能である．通常の測定では速度を零から漸次てい増してゆく場合が多いが，この際は各段，流速整定迄の時間は頗る短縮せられ最大 3 分とみて良い．最後に Table 3 は反転使用せる広井式流速計の精度を示すものである．即ち一般に流速計は微速測定が困難であつてそのため普通は各回，流木試験に依る測定が行われているが，吾々は広井式流速計の機構からみて反転使用の場合スプリング抵抗の弱い事からその利用の可能性を予想し測定実験を行なつた．之れより流速 0.1～0.15 m/sec では従来

Table 1. 整流，制波板，金網固定の場合モーター回転数と等流速分布標準偏差との関係

i） 水平断面に於ける流速の標準偏差

水深 ＼ r.p.m. ＼ 平均流速と標準偏差	400		300		250		500（欠金網）	
	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S
0.05 m	0.43	0.017	0.32	0.017	0.26	0.020	0.63	0.033
0.225	0.44	0.010	0.33	0.010	0.27	0.013	0.66	0.033
0.40	0.43	0.011	0.32	0.011	0.26	0.010	0.60	0.044
0.575	0.42	0.010	0.31	0.010	0.25	0.010	0.52	0.034
0.75	—	—	—	—	0.22	0.027	0.52	0.041

ii） 垂直縦断面に於ける流速の標準偏差

縦断面 ＼ r.p.m. ＼ 平均流速と標準偏差	400		300		250		250*	
	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S
1	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.43	0.015	0.32	0.011	0.26	0.020	0.27	0.016
3	0.43	0.008	0.31	0.006	0.26	0.022	0.27	0.013
4	0.43	0.021	0.33	0.022	0.25	0.041	0.27	0.018
5	0.44	0.014	0.32	0.012	0.26	0.013	0.27	0.011
6	0.43	0.023	0.31	0.018	0.25	0.018	0.26	0.012
7	—	—	—	—	—	—	—	—

* D = 0.75 m に於ける流速値を計算に算入せず．

iii) 垂直横断面に於ける流速の標準偏差

横断面 ＼ r.p.m.	400		300		250		250*	
平均流速と標準偏差	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S	$\bar{V}$m/s	S
1	0.43	0,014	0.32	0.016	0.25	0.025	0.26	0.016
2	0.43	0.018	0.32	0.014	0.25	0.026	0.26	0.015
3	0.43	0.019	0.32	0.013	0 26	0.022	0.27	0.013

Table 2. モーター始動后流速完全整定迄の所要時間

測定点 ＼ 流速 ＼ モーター始動后	No. 4		No. 11		No. 18	
	5回音	Vm/s	5回音	Vm/s	5回音	Vm/s
7分	18.0秒	0.34	17.8秒	0.34	17.8秒	0.34
12	17.6	0.34	17.6	0.34	17.4	0.35
17	17.2	0.35	17.2	0.35	17.2	0.35
22	17.0	0.36	17.2	0.35	17.4	0.35
27	17.0	0.36	17.4	0.35	17.0	0.35

Table 3. 流速計反転使用の精度

Vm/s	流木試験（2m標流時間）		流速計反転使用（10回転所要時間）	
	19.5秒	0.10	12.1秒	0.11
	17.3	0.12	11.4	0.11
	18.6	0.11	12.2	0.10
	19.6	0.10	12.0	0.11
	19.0	0.11	13.0	0.10
	18.2	0.11	12.6	0.10
	17.1	0.12	12.4	0.10
	17.9	0.11	12.2	0.10
	19.0	0.11	12.4	0.10
	19.5	0.10	12.3	0.10
	平均流速	$\bar{V}$=0.11 m/s		$\bar{V}$=0.10 m/s
	標準偏差	S=0.007		S=0.006

（低速 r.p.m. 300,　Amp. 8　　水温 10°C）

の流木試験に代つて流速計の反転使用が有用である事を確認出来た．但し 0.1 m/sec 以下の微速では，小なりとは云へスプリング抵抗に依つて翼回転にむらがあり使用出来なくなる．

4．考　　察

吾々は動力の効率的な利用という面からみて当初プロペラ採用を考えたが水流が翼に依つて捩られる事から現水路の長さでは整流が困難であるため，回流水槽としても整流の容易な可変翼水車を採用することに計画を変えた．然るに工作費用の面から之れも実現が不可能となり止むを得ず再度計画を変更現在の固定翼式に落着したものである．従つて極く微小ではあるが当初予期しなかつた脈動が感ぜられる．之に就ては近い将来翼を改修する事に依つて是正する筈である．さて普通試験水槽と違つて回流水槽の流れはその本質上当然乱流となる．然るに摩擦

抵抗は一般に実船の場合も乱流によると見られて居り，層流抵抗値の影響を受け易い普通試験水槽に比しその点でも実船状態に近くなる．又造波抵抗は Telfer の理論より実際的には摩擦抵抗に無関係と考えてよい事からみて模型の全抵抗が実船のそれへより一層近づくと考えられる．従つて実験上回流水槽に於て最も重要な事は整流成果如何であるがこの点に就ては既に前節で述べたように整流，制波板，金網の三者の効用で充分にその目的を果し得る事が実証された．勿論本水槽では定量的な測定に対して将来とも多くの困難が予想されるし，更に流速整定迄かなりの時間を要する事など今後尚検討を要すべき点も多い．然しながら普通試験水槽と雖もかなりの短所があること例えば建設費が高いこと，観測撮影が容易でないこと，定速運転のため相当距離の加速並びに減速運転が必要であること，乱流発生のためわざわざ模型表面に突起をつける不便等からみて早急に両者の優劣は断ぜられない．吾々は本水槽の短所を充分認識の上今後とも種々の改修を行い，本水槽性能の向上に努力して行きたい考えである．

5．結　　言

本文は回流水槽設備全般に就き其の構造並びに特徴を述べ過去2年間に吾々が行なつて来た水槽性能の若干を紹介した．稿を閉ずるに当つて，本施設の誕生に就て格別の御尽力を賜わつた本学水産学部長山本清内氏並びに献身的御協力と御努力に与かつた関係業者諸氏に対し，茲に深甚なる謝意を表する次第である．

参 考 文 献

1）九州帝国大学造船学教室：九州帝国大学船型試験水槽設備に就て，九州造船会々報，第11号．
2）鹿児島大学水産学部回流水槽実験室：水槽試験の栞，第1編，昭和30年8月．
3）和田　豊：鹿児島大学回流水槽の性能，昭和30年度鹿児島大学卒業論文．
4）池田静久：鹿児島大学回流水槽の性能改善について，昭和31年度鹿児島大学卒業論文．
5）安川電機製作所：ＶＳカップリングとその応用，資—1027．
6）金森政治，奈良迫嘉一：鹿児島大学大型対称式回流水槽に就て，第1報，その構造と性能の概要について，日本水産学会，昭30．10．発表未印刷．
7）奈良迫嘉一：同上，第2報，整流，制波板の利きに就て，同上．
8）奈良迫嘉一：同上，第3報，垂直速度分布調整用金網の利きと之に伴ふ水槽性能の改善，日本水産学会，昭31．9．発表未印刷．
9）Prof. Dr. Ing. Alfio di Bella: "La vasca a circuito chiuso dell' Università di Genova" La Marina Italiana, Feb. 1952.

Résumé

In this paper, the writer describes about the constructions and special usefulness as well as the general equipments of the large-sized experiment-tank, newly set in this Faculty, and furnished with twin symmetric elliptical circuits.

Some working merits of this experiment-tank, clarified by our more than two years' investigations, are mentioned.

Theoretical Estimation of Albacore-shoals Dimensions in Accordance with the Characteristic of Fishing-rates

by Toshiro KUROKI

釣獲率よりするビンナガ魚群態の算定理論

黒　木　敏　郎

I. Introduction

In the present day, we can only confirm shoals in the range of few meters, at most few hundreds meters, by some optical apparatus or by sounding (fish finder); of course those in the range of several kilometers, for example in the long-line fishing of albacore, are beyond our capacity. Therefore, though many studies about the virtical distribution of this fish have been done by making some investigations on the length of branch-ropes and the slackness of main-ropes in the long-line fishing[1], we can hardly ever expect to find the study about the horizontal distributions of albacore shoals measured by kilometer unit.

In this paper, the author describes a new method by which the conditions of the horizontal distribution of albacore shoals in the ocean will be ascertained through considering the characteristic of the histograms on the fishing-rates* of the long-line. Although there may remain a few uncertainties in the results of the calculations, the author may venture to say that this method contains some what original idea to resolve the problems offered by the invisible phenomena under water.

Fundamental considerations: Here, let us consider the histogram of the fishing rate about the frequency of long-line fishing during a definite season on a certain fishing ground.

If albacores in the shoals on the fishing ground are assumed to be very sparsely populated and uniformly distributed, and if many long-lines are set optionally over very wide ground, the curve of the histogram should be as given in Fig. 1–a.

Usually, however, experiences enable long-lines to be set in a "good season" on a "good fishing ground". Therefore, when the dimensions of the fishing ground are appropriate the length of a long-line, and when the time of fishing matches with the "season" and the distribution of fishes is uniform and no rich, then the histogram of the frequency of the fishing rates should show a normal curve whose maximum mode lies on a rate not zero as given in Fig. 1–b.

Now, if the distribution of albacores should not be uniform and the group of fish should be formed one rich shoal in some extent (with a range of few kitometers, about a tenth of the length of long-line), the low frequencies should be found at the high rate side and the higher mode of ones should be appeared at low rate side. Especially, because it may be happened very often that the long-line does not be encountered the rich shoal, the peak of frequency may be appeared at very low fishing rate as in Fig. 1–c.

* "Fishing rate (%)" means catches per 100 hooks.

Fig. 1. Fundamental types in histograms of the frequency of fishing-rate.

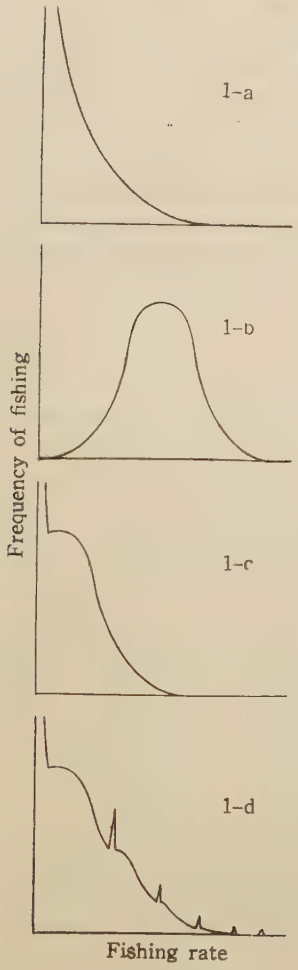


Fig. 2. Example of the histogram of frequency.

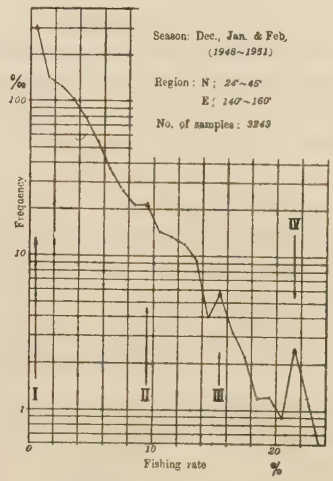
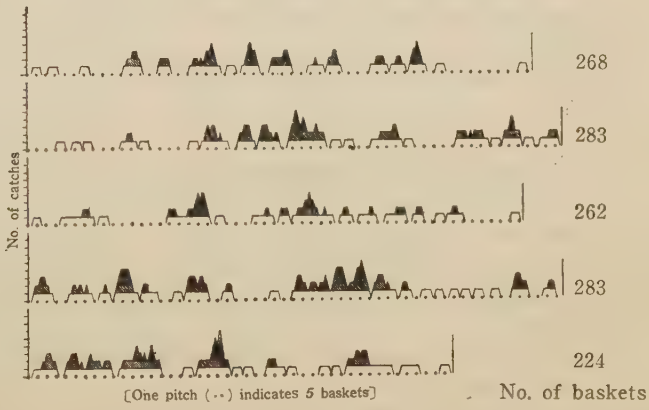


Fig. 3. The total numbers of albacore by the long-line in five baskets adjoined each other.
(Feb.~Mar. 1953, by Nisshō-Maru)



And, if there should be not only one shoal but several shoals in the fishing ground, naturally the long-line is to be intersected with the several shoals. Then the histogram of frequency should be appeared to have several peaks as Fig. 1-d; i.e. the same modes as Fig. 1-c should be superposed at high rate side in low frequencies. Thus, we may be able to estimate the dimensions of albacore shoals by making use of such characteristics of the histogram. This idea shall be developed into a estimating theory.

Data treated: We selected data of fishing rate from the Working-Reports, Supplementary-Reports No. 1 and its Appendix Diagram (1952)[2] of NANKAI Regional Fisheries Research Laboratory, and arranged them in order (every month 1949–1951, every region of A·B·C): C.f. supplemental tables.

For an example, the histogram of 3243 samples in Dec., Jan. & Feb. 1948–1951 on a region (N: 24°~45°, E: 140°~160°) is shown in Fig. 2.

Now, it is evident that as described above the actual phenomena are similar to the last case (Fig. 1-d).

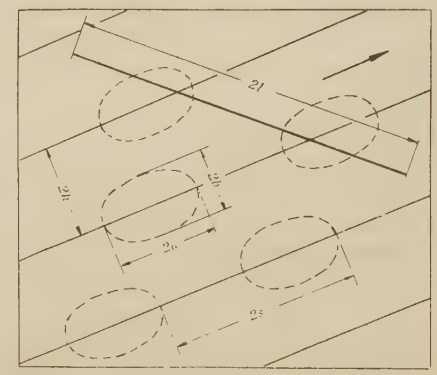
It may be said that another data[3] (Fig. 3) have the same meaning. In Fig. 3, one pitch of dots indicated five baskets of long-lines and the total numbers of albacores caught in five baskets adjoined each other are shown as height on a center basket which is slided from one end (excepting two baskets) to the other end (leaving two baskets) of the long-line. As we see, the groups of catches are shown periodically and similarly.

Then, our consideration is led to the presumption that there may be several rich shoals of albacore in the fishing ground and that these shoals are set in array at a distance. And, the efforts to resolve the dimensions of the albacore shoals on the presumption begin.

II. Theoretical estimation

The theory is going to be expanded on the following several assumptions. (C.f. Fig. 4.)

Fig. 4. Illustration on the assumptions.



◎ Shoals are shifting on the lines which are in parallel with each other at $2h$ (kilometer) intervals, and the distance between one shoal and the next is $2s$ (kilometer) on one line.

When a long-line, $2l$ (kilometer) in length, is set, it may be intersected with one or more of these parallel lines.

◎ The shape of shoal is a ellipsoid; but as the dimensions may be several kilometers while the thickness of shoal (the range of depths in where albacores are migrating) is one hundred meter at most, it may be regarded as a kind of elliptic plate.

The lengths of major and minor axises are fixed to be $2a$ and $2b$ (kilometer) long respectively.

◎ The direction of the shifting of shoals, or the direction of the parallel lines, may be not always in accord with the major axis of the ellipse. But, here, let it be confessed that the author regarded them to be in accord with each other, as this assumption has no essential influence on the calculation.

The probability of the intersecting of a long-line with albacore shoals is calculated according to the resolving method of the "Buffon's Needle Problem"[4]. In the following chapters, the needle is considered to be equivalent to a long-line and the parallel lines are to be parallel bands on which the shoals shift.

II. 0. Non-encountering probability

When a long-line ($2l$ in length) is laid discretionally on the parallel lines (at $2h$ intervals), dP_{0x} the probability of that M (the middle point of $2l$) lies between

* 2), 3): The author thanks to Dr. NAKAMURA and Mr. UEYANAGI for their co-operation in collecting these data.

Fig. 5. Illustration about the consideration to obtain the probability.

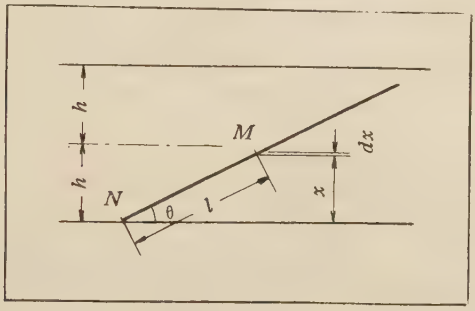
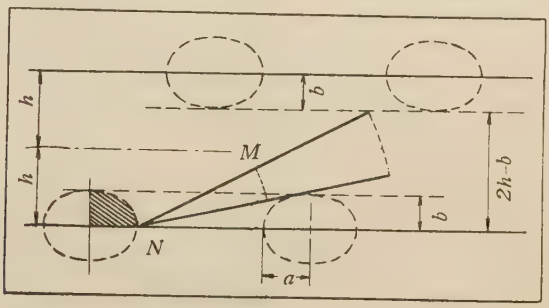


Fig. 6. The case of non-encountering.



x and dx should be written as (C.f. Fig. 5)

$$dP_{0x}=dx/h \qquad (1)$$

(in the range $0<x\leqq h$).

In Fig. 5, because the end of $2l$ is laid on the point N ($x\fallingdotseq 0$),

$$x=l\cdot\mathrm{Sin}\theta$$

$$\therefore\quad dx=l\cdot\mathrm{Cos}\theta\cdot d\theta \qquad (2).$$

On the other hand, $dP_{0\theta}$ the probability of a long-line's inclining between 0 and θ, also between $\pi-\theta$ and π, is given as

$$dP_{0\theta}=2\theta/\pi \qquad (3).$$

Therefore, the probability of the long-line's lying under these two conditions should be written as

$$dP_0=dP_{0x}\times dP_{0\theta}$$

or

$$dP_0=(2l/\pi h)\cdot\theta\cdot\mathrm{Cos}\theta\cdot d\theta \qquad (4).$$

Here, let us consider of the probability of non-encountering (i. e. of the long-line's non-intersecting with any parallel lines).

As we see in Fig. 6, the range of x should be given as

$$l\times b/\sqrt{(2s-a)^2-a^2+b^2}<x\leqq h-b/2 \qquad (5).$$

And instead of h in Eq. (4), we have to take the value;

$$h-(b/2)-(l\times b/\sqrt{(2s-a)^2-a^2+b^2}).$$

Furthermore, we must take the modification about the end position N into the equation. The modifying factor should be given as

$$(2\cdot s\cdot b-\pi a\cdot b/4)/2sb \qquad \text{or} \qquad 1-(\pi a/8s).$$

Fig. 7. The case of one-encounterering.

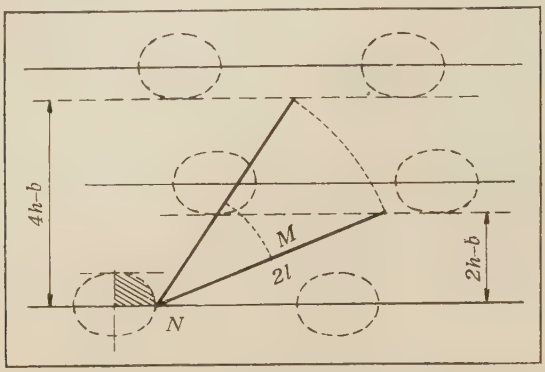
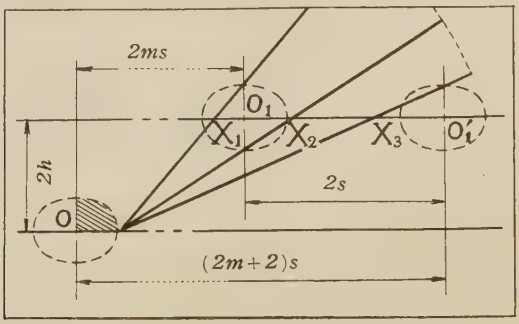


Fig. 8. Illustration about the consideration to obtain α_1 approximately.



Thus, we obtain the non-encountering probability P_0 as follows;

$$P_0 = \int dP_0 = \frac{2l\,(1-\pi a/8s)}{\pi\,[h-b(1/2+l/\sqrt{(2s-a)^2-a^2+b^2})]} \int_0^{\mathrm{Sin}^{-1}(2h-b)/2l} \theta \cdot \mathrm{Cos}\theta \cdot d\theta$$

or

$$P_0 = \frac{l\,(8\pi-\pi a)}{4\pi s\,[h-b\,(1/2+l/\sqrt{(2s-a)^2-a^2+b^2})]} \times \Big[\theta \cdot \mathrm{Sin}\theta + \mathrm{Cos}\theta\Big]_0^{\mathrm{Sin}^{-1}(2h-b)/2l} \qquad (6).$$

II. 1. One-encountering probability

In this case (C.f. Fig. 7), the range of x is simply given as

$$(2h-b)/2 < x \leqq (4h-b)/2\ ,$$

and the value of h in Eq. (4) should be as follow

$$(4h-b)/2-(2h-b)/2, \quad \text{i.e. } h \text{ remains itself.}$$

The range of θ should be written as

$$\mathrm{Sin}^{-1}(\overline{2h-b}/2l) < \theta \leqq \mathrm{Sin}^{-1}(\overline{4h-b}/2l).$$

It is necessary to take the factor $(1-\pi a/8s)$ in like wise the previous case. Simultaneously, the modifying factor α_1 of the probability of the long-line's having to be encountered once with an ellipse of shoal, has to be taken into the equation.

It may be thought that the value of α_1 should be equal or proximate to 1.00. When the end of the long-line lies upon N in Fig. 8, the value of α_1 is given approximately as follow;

$$\alpha_1 = (\overline{X_1O_1}+\overline{O_1X_2})/(\overline{X_1O_1}+2s-\overline{X_3O'})$$

and, from geometrical calculations, we get

$$\alpha_1 = b(2ms-a)/s(2h-b),$$

where $m \fallingdotseq 0,\ 1/2,\ 1,\ 1\frac{1}{2},\ \cdots\cdots.$

Thus, P_1 the probability of one-encountering is given as

$$P_1 = \frac{2l(1-\pi a/8s)}{\pi h}\cdot\alpha_1\cdot\int_{\mathrm{Sin}^{-1}(2h-b)/2l}^{\mathrm{Sin}^{-1}(4h-b)/2l}\theta\cdot\mathrm{Cos}\theta\cdot d\theta$$

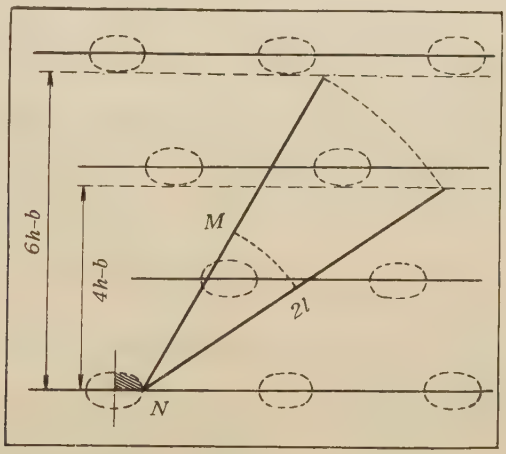
or

$$P_1 = \frac{l(8s-\pi a)}{4\pi hs}\cdot\frac{b(2ms-a)}{s(2h-b)}\cdot\left[\theta\cdot\mathrm{Sin}\theta+\mathrm{Cos}\theta\right]_{\mathrm{Sin}^{-1}(2h-b)/2l}^{\mathrm{Sin}^{-1}(4h-b)/2l} \qquad (7).$$

II. 2. Two-encountering probability

Let us treat, in this section, the case that "the long-line encounters with the 1st shoal upon one line of parallels and further it does the 2nd shoal upon the other line of them". C. f. Fig. 9.

Fig. 9. The case of tow-encountering.



Under the same consideration as in the previous case,

the range of x : $\left(\frac{4h-b}{2}\right) < x \leqq \left(\frac{6h-b}{2}\right)$

the range of θ : $\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{4h-b}{2l}\right) < \theta \leqq \mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{6h-b}{2l}\right)$

the modification about the end : $\left(1-\frac{\pi a}{8s}\right)$

the modifying factor α_2 : $\left(\frac{b(2ms-a)}{s(4h-b)}\right)^2.$

Thus, P_2 the probability of two encountering is written as follow

$$P_2 = \frac{l(8s-\pi a)}{4\pi hs}\times\left[\frac{b(2ms-a)}{s(4h-b)}\right]^2\times\left[\theta\cdot\mathrm{Sin}\theta+\mathrm{Cos}\theta\right]_{\mathrm{Sin}^{-1}(4h-b)/2l}^{\mathrm{Sin}^{-1}(6h-b)/2l} \qquad (8).$$

II. 3. Generally, *n*-encountering probability

Likewise with the previous cases,

$$\left(\frac{2nh-b}{2}\right)<x\leqq\left(\frac{2(n+1)h-b}{2}\right)$$

$$\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{2nh-b}{2l}\right)<\theta\leqq\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{2(n+1)h-b}{2l}\right)$$

$$\alpha_n=\left[\frac{b(2ms-a)}{s(2nh-b)}\right]^n.$$

Then, the probability of n-encountering should be given as

$$P_n=\frac{l(8s-\pi a)}{4\pi hs}\times\left[\frac{b(2ms-a)}{s(2nh-b)}\right]^n\times\left[\theta\cdot\mathrm{Sin}\theta+\mathrm{Cos}\theta\right]_{\mathrm{Sin}^{-1}(2nh-b)/2l}^{\mathrm{Sin}^{-1}(2\overline{n+1}h-b)/2l}, \tag{9}$$

where $(2\overline{ms}^2+\overline{2nh}^2)<(2l)^2<(2(\overline{m+1})s^2+\overline{2(n+1)}h^2)$

and $0\leqq 2m<n.$

II. 4. Notices in other cases

Now, in the actual phenomena, if the long-line may be intersected with n lines of parallels, it does not always follow that the long-line should be encountered with n shoals which are shifting respectively on n lines. Because, it may be happened that the long-line encounters two or more shoals upon one line and that it does not any shoals on several lines.

In the case that the long-line encounters y shoals while it intersects n lines, this probability may be written as follows

$$P_{ny}=\frac{l(8s-\pi a)}{4\pi hs}\times\left[\frac{b(2ms-a)}{s(2yh-b)}\right]^n\times\left[\theta\cdot\mathrm{Sin}\theta+\mathrm{Cos}\theta\right]_{\mathrm{Sin}^{-1}(2yh-b)/2l}^{\mathrm{Sin}^{-1}(2\overline{y+1}h-b)/2l} \tag{9'}$$

and at $y<n$; $P_y>P_{ny}>P_n$,

at $y>n$; $P_y<P_{ny}<P_n$.

III. Example of solution

As it is too complicated to obtain the solutions of P_{ny}, we cannot but resolve only P_n in this paper. From Eq. (9), we obtain

$$P_n=\left(\frac{8s-\pi a}{8\pi hs}\right)\left(\frac{b(2ms-a)}{s(2nh-b)}\right)^n\times\Big[\{2(n+1)h-b\}\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{2(n+1)h-b}{2l}\right)$$
$$+\sqrt{(2l)^2-\{2(n+1)h-b\}^2}-(2nh-b)\,\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{2nh-b}{2l}\right)$$
$$-\sqrt{(2l)^2-\{2nh-b\}^2}\Big] \tag{10}$$

This equation is simplified by next denotations.

$$\left(\frac{8s-\pi a}{8\pi hs}\right)=C,\quad\left(\frac{2ms-a}{s}\right)=D,$$

$$\left[(2nh-b)\,\mathrm{Sin}^{-1}\left(\frac{2nh-b}{2l}\right)+\sqrt{(2l)^2-(2nh-b)^2}\right]=E_n,$$

i. e. $$P_n=C\cdot D^n\cdot b^n\cdot[E_{n+1}-E_n]/(2nh-b)^n \tag{11}$$

Then,

at $n=1$; $P_1=C\cdot D\cdot b\cdot(E_2-E_1)/(2h-b)$

at $n=2$; $P_2=C\cdot D^2\cdot b^2\cdot(E_3-E_2)/(4h-b)^2$

at $n=3$; $P_3=C\cdot D^3\cdot b^3\cdot(E_4-E_3)/(6h-b)^3$ (12).

at $n=4$; $P_4=C\cdot D^4\cdot b^4\cdot(E_5-E_4)/(8h-b)^4$

From Eqs. (12),

$$\left.\begin{aligned}\frac{P_1}{P_2}&=\frac{(4h-b)^2}{D\cdot b\cdot(2h-b)}\cdot\frac{(E_2-E_1)}{(E_3-E_2)}\\ \frac{P_2}{P_3}&=\frac{(6h-b)^3}{D\cdot b\cdot(4h-b)^2}\cdot\frac{(E_3-E_2)}{(E_4-E_3)}\\ \frac{P_3}{P_4}&=\frac{(8h-b)^4}{D\cdot b\cdot(6h-b)^3}\cdot\frac{(E_4-E_3)}{(E_5-E_4)}\end{aligned}\right\}\quad(13).$$

From Eqs. (13),

$$\left.\begin{aligned}\frac{P_1\cdot P_3}{P_2^2}&=\frac{(4h-b)^4}{(2h-b)\,(6h-b)^3}\cdot\frac{(E_2-E_1)(E_4-E_3)}{(E_3-E_2)^2}\\ \frac{P_2\cdot P_4}{P_3^2}&=\frac{(6h-b)^6}{(4h-b)^2(8h-b)^4}\cdot\frac{(E_3-E_2)(E_5-E_4)}{(E_4-E_3)^2}\end{aligned}\right\}\quad(14).$$

If $P_1, P_2, \cdots, P_5$ should be known, we may be able to obtain the values of h and b, because $E_1, E_2, \cdots, E_5$ are functions of h, b and l (l is already known from data).

Although the values of $P_1, P_2, \cdots, P_5$ are obtained from the supplemental tables, they are too rough to be used in these calculations. Then they shall be modified in the diagram (for example, of a semi-log. paper) under the consideration about which we described already in a previous chapter.

Now, let us show one example of the result obtained through those ways, as follows:

Data: Jan. 1949, A-Region (277 samples)

Modified probabilities of each encountering: $P_1=0.105$, $P_2=0.041$, $P_3=0.008$, $P_4=0.001$

Mean length of long-lines used : $2l=24$ km

The values obtained [solutions by diagrammatic method from Eq. (14)]:

From C, D and Eq. (6): $2h=4.5_2$ km, $2b=1.0_0$ km, $2s=9.8_4$ km, $2a=1.6_2$ km

In another example (Mar. 1949, A-region), the both axes of shoal-shape and the distances between two shoals are calculated as 2.9 km, 0.8km; 4.4 km, 3.7 km respectively.

....

Summing up those considerations we get the result that the dimensions of albacore shoals are 1～2 km, and that the shoals are distributed at 4～10 km distance in the fishing ground.

IV. Discussion

We may be allowed to believe the fact; we got the theoretical results that in the fishing grounds of West Pacific Ocean albacore shoals are distributed at several

kilometers distance, and that the dimensions of one shoal are 1～2 km. Of course, by any optical apparatus, it is impossible to observe the shoals or their distributions in this length order (km). And, even by using a horizontal fish finder (echo-sounder), it may be very difficult to record those shoals and their distributions.

After all, for the purpose of resolving the migrating manners of shoals in ocean, it is the best method to treat the data of fishing-rates by the theoretical and statistical means under the considerations described above.

By performing another theoretical calculations, in the previous example, it may be estimated that the velocity of migrating shoals should be about 6 km per hour and the number of fishes in one shoals should be about 13000.

These theoretical methods* to resolve the next questions shall be published by the author in another paper:

- ⦿ How many fish does one shoal contain?
- ⦿ With what speed are shoals migrating?
- ⦿ How to set a long-line for good catching?

V. Summary

1. The histogram of the frequency of fishing rates in long-line albacore fishing on the Pacific Ocean (N: 24°～45°, E: 130°～180°) shows some what significant modes.
2. The author interpreted the meaning of this modes by surmising that it may be caused by a long-line encountering with several albacore shoals. And he paid some efforts to resolve the dimensions of shoals and its distributions under the consideration of the probability in the "Buffon's needle problem".
3. By assuming that the shape of shoal is ellips (axes $2a$, $2b$) and the shoals are shifting on the parallel lines (intervals $2h$) at the distances $2s$, the probability of n-encounterings is given as Eq. (9).
4. In an example of the result of calculations (Jan. 1949, A-region), the values of $2a$, $2b$, $2s$ and $2h$ are obtained as 1.6 km, 1.0 km, 9.8 km and 4.5 km respectively.

   It is impossible or very difficult to resolve the under-water phenomena with such a large scope as these dimensions by optical or sounding apparatus. After all it is to be the best method to use the idea discrived in this paper.
5. About the theoretical methods to resolve the problems —the number of fish in one shoal (for example, 13000), the speed of shifting in the migration (for example, about 6 km/hr), how to set a long-line to secure good catches— another paper shall be published.

VI. References

1). For example, T. Yoshihara: Journal of the Tokyo Univ. of Fisheries, Vol 41, No. 1 (1954).
2). These publications were sent to the author through the good office of Dr. Nakamura.
3). These raw data were sent by Mr. Ueyanagi and treated by the author.
4). This problem was resolved by Buffon (George Louis, 1707～1788).

* These theoretical methods and calculated results had been announced orally by the author on the annual meetings of the Japanese Society of Scientific Fisheries (1952 and 1953).

Supplemental table I. Nos. of the operations of albacore long-line in various fishing rate.

Region A (N: 24°~45°, E: 130°~150°)

Fishing rate %	'48	1949												1950												1951		
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
0~1	11	49	46	**87**	9	**11**	**58**	1	2	13	19	**53**	**146**	**117**	**176**	**184**	**74**	122	104	9	14	11	**15**	**82**	**130**	**177**	**206**	**150**
~2	3	39	34	30	*12*		1					13	26	35	73	47	6						7	36	43	52	60	48
~3	1	*40*	32	22	9	1						**13**	29	*62*	**61**	44	**6**						4	**26**	27	29	38	51
~4	*4*	26	22	17	8							2	*32*	54	30	41	3							12	20	20	**22**	*60*
~5	1	23	13	*22*	7							*8*	19	40	*34*	16	2							12	13	18	11	37
~6	**3**	14	*25*	17	3							**5**	**11**	34	32	14								8	10	6	*13*	27
~7	1	**17**	15	17	*5*								4	27	18	*18*	2							**5**	**10**	4	7	26
~8	1	8	13	10								1	3	15	*22*	2							1	1	4	5	**11**	12
~9	1	**11**	9	6								1		*22*	9	**4**	2						*3*	**3**	1	**7**	4	*17*
~10	1	4	*11*	4									2	15	**12**	1	2								2	2	4	11
~11		*9*	8	*6*									1	**8**	6	*2*	1								**3**	2	*7*	8
~12		6	5											2	*8*	2								1		3	5	6
~13		*8*	2	2										1	1		1									1	1	5
~14		6	1											1	**3**									1	*3*	3	2	3
~15		4	1												1	2										2		2
~16		3	1												*3*										1		1	2
~17	1	2													2		1									1		2
~18		**3**															1									1		1
~19	1	1	1																								1	1
~20	1																							1				
more		4	3										1		3								1					
Total	30	277	242	240	53	12	59	1	2	13	19	96	274	433	494	377	101	122	104	9	14	11	31	188	267	333	466	469

〔Remarks〕 *Italics* : Statistically excellent nos.
Gothics: Very more excellent nos. than next ones.

Supplemental table II. Nos. of the operations of albacore long-line in various fishing rate.

Region B (N: 24°～45°, E: 150°～165°)

Fishing rate %	'48	1949												1950												1951		
	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.
0～1	26	8	7	20	5		2	10	98	**217**	**183**	68	18	7	20	39	**198**	**85**	35	3	29	40	**138**	**193**	**56**	1	9	5
～2	*43*	*30*	18	*21*	3					2	24	**46**	12	*26*	*30*	23	1	2					4	**39**	15	7	10	1
～3	46	28	*35*	13	2						7	22	12	**26**	25	17		1					2	15	*19*	8	*20*	2
～4	*49*	*37*	27	**16**	2						6	14	12	12	18	10							1	**9**	4	**18**	11	2
～5	**43**	33	20	7							2	**13**	8	4	16	10								2	4	7	10	**4**
～6	15	23	**12**	*9*							2	3	2	1	**8**	5								1	4	5	**11**	1
～7	14	17	5	**8**	2							4		1	2	1								*3*	3	*10*	4	1
～8	13	11	**10**	2								2		1	1										*4*	*11*		
～9	6	8	3	*4*										1										1		6		
～10	5	6	*4*	2																				1	1	6	2	
～11	2		3	1																					1	6		
～12	2	2	*4*											1												5		
～13		1	3									1												1				
～14			2										1												1			
～15		1																								1	1	
～16			1									1																
～17			1																									
～18																										1		
～19																												
～20																												
more																												
Total	264	205	148	103	14	0	2	10	98	219	224	174	65	80	120	105	199	88	35	3	29	40	145	265	112	92	78	16

[Remark] *Italics*: Statistically excellent nos.
Gothics: Very more exellent nos. than next ones.

Supplemental table III. Nos. of the operations of albacore long-line in various fishing rate.

Region C (N: 24°～45°, E: 165°～180°)

Fishing rate %	1949				1950												1951	
	Apr.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.
0～1	**1**	45	10	20	23	11	43	**68**	22	3			4	22	19	1		
～2		41	*35*	*83*	46	37	33	1					1	12	**18**	8	11	1
～3		**26**	35	76	*86*	*46*	29	1						5	9	**14**	*17*	*4*
～4		8	**29**	**60**	80	25	29	1						6	1	5	**14**	2
～5		**9**	11	29	68	**47**	21								3	4	9	2
～6		4	9	**20**	**45**	22	13								2	4	**11**	5
～7		1	9	**10**	17	6	8								**4**	2	7	**6**
～8		1	7	5	13	*12*	7								1		*8*	2
～9		1	**5**	1	8	8	6									2	**6**	*7*
～10			2	1	4	4	1								1		2	4
～11		1	1	1	2	4											*3*	1
～12		1	*3*	1	2	2											2	
～13			1			**5**											1	
～14			1	1		2												
～15																		
～16		1																
～17						1												1
～18																		
～19																		
～20																		
more																		
Total	1	139	158	308	394	232	190	71	22	3	0	0	5	45	58	40	91	35

〔Remark〕 *Italics*: Statistically excellent nos.
Gothics: Very more excellent nos. than next ones.

要　　約

◎ 太平洋（N：24°～45°，E：130°～180°）におけるビンナガ延縄漁の釣獲率のヒストグラムを画いてみると意味あり気な山が出て来る．

◎ 筆者は，この山が延縄とビンナガ魚群との交截によつて生ずるものと見た．そして「ブッフォンの針の問題」の確率解法に準じて之を解き魚群の大きさやその分布様態を解こうと努力した．

◎ 魚群を長軸 $2a$，短軸 $2b$ なる楕円とし之が距離 2s づつ離れて間隔 $2h$ なる平行線群上を移動しつつあるものとすれば，延縄が n 魚群と遭う確率は (9) 式で与えられる．

◎ 計算結果の例（1949年1月，A海区）では，$2a \cdot 2b \cdot 2s \cdot 2h$ の値として夫々 1.6 km・1.0 km・9.8 km・4.5 km が得られる．

この程度の大きさの水面下現象は視力による方法でも音響探測装置による方法でさえも之を解明する事が不可能又は極めて困難であつて，結局本文に説く考え方を活用するのが最もよいと信ぜられる．

◎ 一群中の尾数（例解では 13,000 尾），泅游における移動速度（例解では毎時約 6 km），好漁を得るための縄の延え方などの諸問題を解く理論的方法については別報として他日発表するつもりである．　　（以上）

日本産トビウオ類の特徴と検索

I. 成魚の特徴
II. 稚魚期の特徴

今　井　貞　彦

The Characteristics and Keys for the Determination of the Species of Flying-Fishes Obtained in Japan

I. Key for Adult Specimens.
II. Key for Young Specimens.

by

Sadahiko IMAI

はしがき

トビウオ類はわが国では年産 8150 トン（1954 年度農水産統計資料による）に達し重要水産物のひとつに数えられると共に，その特異な形態と習性とはよく人の眼をひき，ひろく国民にも親しまれている．しかしわが国のトビウオ類に関しては充分な分類学的な研究が行われないままに最近に及んだために，魚類の他の部分に比べて混同や誤謬がかなり残つており，特にその成長の各段階における形態的変化が分類学的な混乱を助長しているようである．この事実は日本近海産のもののみに止らず，ひろく西部太平洋産のトビウオ類についてもみとめられるところで，同一種の幼期と成魚とに別の種名を附している例は枚挙に暇がない．大西洋産のトビウオ類に関しても同様の混乱がみられ，記録されたものは 60 種以上に達したが，1930 年～1938 年にわたり主として BRUUN 及び BREDER の両氏により整理が行われ現在は 16 又は 17 種に統合されるに至つた．

筆者は 1950 年以来日本近海産のトビウオ類の生活史に関して研究を進めて来たが，その基礎となるべき種の決定についてはしばしば著しい困難を感じた．1953 年より阿部宗明博士のトビウオ類の分類学的研究がひきつづいて発表されたので，これにより始めて種名を同定し得るに至つたものは二，三に止まらない．

筆者が日本近海，主として九州沿岸及びその南方 20°N に至る海域で採集し得たトビウオ類のうち種名が明かにされたのは次の 20 種である．

Family Oxyporhamphidae サヨリトビウオ科

1. *Oxyporhamphus micropterus microperus* (CUVIER & VALENCIENNES) サヨリトビウオ

Family Exocoetidae トビウオ科

2. *Parexocoetus brachypterus* (RICHARDSON) カワリトビウオ ([1]ツマリトビウオ，ニジトビウオ)
3. *Parexocoetus mento mento* (CUVIER & VALENCIENNES) バショウトビウオ
4. *Exocoetus monocirrhus* RICHARDSON ハゴロモトビウオ

5. *Exocoetus volitans* LINNÉ イダテントビウオ
6. *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (FRANZ) ハマトビウオ
7. *Cypselurus spilonotopterus* (BLEEKER) カラストビウオ ([2]マトウトビウオ?)
8. *Cypselurus katoptron* (BLEEKER) サンノジダマシ
9. *Cypselurus heterurus döderleini* ABE ツクシトビウオ
10. *Cypselurus naresii* (GÜNTHER) ウチダトビウオ
11. *Cypselurus opisthopus hiraii* (STEINDACHNER) ホソトビ
12. *Cypselurus atrisignis* JENKINS アカトビ
13. *Cypselurus starksi* ABE アリアケトビウオ
14. *Cypselurus poecilopterus* (CUVIER & VALENCIENNES) アヤトビウオ
15. *Hirundichthys speculiger* (CUVIER & VALENCIENNES) ニノジトビウオ([3]サンノジトビ)
16. *Hirundichthys oxycephalus* (BLEEKER) マイトビウオ ([4]ホソアオトビ)
17. *Prognichthys agoo* (TEMMINCK & SCHLEGEL) トビウオ
18. *Prognichthys sealei* ABE ダルマトビ
19. *Prognichthys zaca* (SEALE) ザカトビウオ (新称)
20. *Danichthys rondeletii* (CUVIER & VALENCIENNES) オキトビウオ (新称)

[1] 松原 (1955) は本種をツマリビウオとよび，田中，阿部 (1955) はニジトビウオと呼んでいるが，岡田 (1938) は本種に上記のような和名を与えているのでこれに従つた.

[2] 松原 (1955) は本種にマトウトビウオなる和名をあてゝいるが，これは岡田，松原 (1938) によれば *C. spilopterus* (C. & V.) の和名であるという．該種は台湾から報告されているが筆者は未だ採集していない.

[3] 田中，阿部 (1955) はサンノジトビとよんでいるが，こゝでは今井 (1954) により上記の和名を用いた.

[4] 田中，阿部 (1955) は本種にホソアオトビの新和名を附したが本種は古くから上記のような和名で呼ばれ，誤つて *Exonauthes brachycephalus* (= *Danichthys ronderetii ?*) と同定されていた.

上記の各種のほか従来わが国から記録されているトビウオ類として

Cypselurus solandri (C. & V.) セトトビウオ

C. hirundo (STEINDACHNER) ツバメトビウオ

の両者があるが，おそらく前者はハマトビウオの幼期の個体を指し，後者はホソトビの幼期によつたものであろう.

WEBER & BEAUFORT (1922) は以上のほかにわが国から *Cypselurus arcticeps* (GÜNTHER) をあげているが，これに相当するものはその後採集されていない.

トビウオ類では一般に前期仔魚期はきわめて短いもののようで，人工孵化ならびに幼期の飼育を行い得た二，三の種類では，孵化後 30 時間を経たものはすでに卵黄を失い採餌し始めるのがみられる．その後各垂直鰭と腹鰭とは比較的早く定数の鰭条を持つに至るが，胸鰭条が定数に達するのは一般に全長 16～20 mm に達したときで，従つて後期仔魚期はかなり長い．仔魚期の前半には各種の特徴は主として鰭条数や色胞の排列にこれをみるのみで，その差異は必ずしも著しくなく同定も困難の場合が多い.

仔魚期の終りより稚魚期に入るや，後述するように，色相のみならず形態にも著しい変化が現われ，しばしば成魚と全く異なる特徴を示す．従つて一見して成魚との関係を推定すること

は不可能な場合も多いが，種属による差異は成魚よりは明瞭で，各種ごとの稚魚期の特徴を明かにし得た後には，同定は成魚よりもかえつて容易である．

稚魚期の形態的特徴が消失する時期は種によつてかなり異り，色相，特に各鰭の色相が成魚にひとしくなる時期にも大差がある．従つて未成魚期の始めの段階における大きさは一様ではないが，多くの場合には全長 120～150mm に達すれば形態及び体の色相はほぼ成魚にひとしくなるので，この報告ではこの段階に達したものを未成魚として取扱つた．この時期の種属の特徴はほぼ成魚の特徴と一致するが，各鰭の色相のみはこれと異なる場合が多い．

トビウオ類の成長の各段階にわたる資料は，上記の各期ごとの特徴を比較しなければ正しく同定することは困難である．

I. 成魚の特徴

トビウオ亜目 (Exocoetina, Exocoetoidea) はサヨリ科 Hemirhamphidae，ザヨリトビウオ科 Oxyporhamphidae 及びトビウオ科 Exocoetidae の3科に分たれる．このうちサヨリ科の魚類は成魚でも下顎が嘴状に突出し，両側の前上顎骨の前端が拡がつて左右相接し前方に尖つた三角形をなしている点で，上顎がこれほど著しい分化を示しておらず，成魚では下顎も嘴状をなしていない他の2科とはやや異つている．又，サヨリ科ではトオザヨリ属 ***Euleptorhamphus*** がやや長い胸鰭を持つているのみで，ほとんどすべて胸鰭は短かいが，サヨリトビウオ科では胸鰭長は体長の 30 per cent を超えるのが普通でトビウオ科では 50～75 per cent に達する．このような諸特徴からみて，一般にトビウオ類 (flying-fishes) と云えばサヨリトビウオ科，トビウオ科の両科を指すか，或いは後者のみを示すもののようである．

A. 亜科ならびに属の特徴

現生のトビウオ類の成魚の亜科ならびに属の特徴は次のようである．(主として Bruun (1935), Breder (1938), Hubbs & Kampa (1946) による)．

a¹. サヨリトビウオ科 Oxyporhamphidae　胸鰭は短かく体長の 30～40 per cent, 多くの場合には腹鰭基底に到達しない．腹鰭は短い．体側に巾の広い暗色縦帯が走る．……サヨリトビウオ属 ***Oxyporhamphus***

a². トビウオ科 Exocoetidae　胸鰭は長く体長の 45～75 percent, 少くとも背鰭基底の前端に達する．

b¹. 胸鰭の先端は背鰭基底の前部，或いは中央に達し，腹鰭は長いものでようやく臀鰭基底の前端に達する．背鰭は高く，中央部の鰭条が最も長く，倒せば尾鰭前端に達し，大部分は黒色を呈する．

c¹. トンガリトビウオ亜科 Fodiatorinae　頭高は体高より著しく低く吻の先端は尖り，吻長は眼径より大，胸鰭は背鰭基底の前部に達する．腹鰭は小さく先端は倒しても肛門よりかなり前方に終る．……トンガリトビウオ属 ***Fodiator*** (日本近海よりは未報告)

c². カワリトビウオ亜科 Parexocoetinae　吻は短く眼径より小，先端は特に尖つていない．頭高は体高より著しく低くはない．胸鰭は背鰭基底のほぼ中央に，腹鰭は臀鰭基底の前端に達する．……カワリトビウオ属 ***Parexocoetus***

b². 胸鰭は背鰭基底の中央部より後方に，しばしば更に尾柄部に達する．背鰭は主としてやや暗色，時に黒色斑をおびる．特に高くはなく，前部の鰭条が最長で普通体長の 8～14 per

cent. 腹鰭は短くて体の中央より前方に生ずるものと，長くて体の中央部より後方に生ずるものとがある．

d¹. イダテントビウオ亜科 Exocoetinae 腹鰭は短かく体長の 12～14 per cent に過ぎず，体の中央より前方に生じ，先端はその基底と肛門との中間中央に達するのみである．背鰭は一様に暗色で特に斑紋を持たない．……イダテントビウオ属 *Exocoetus*

d². ハマトビウオ亜科 Cypselurinae 腹鰭は長く体の中央より後方に生じ先端は臀鰭基底中央部より後方，若しくは尾柄に達する．背鰭は一様に暗色のものと黒色斑を有するものとがある．

**e¹. 臀鰭基底は背鰭基底より短かく鰭条数も 2～5 個少いのを普通とする．臀鰭の起点は一般に背鰭の第2～4鰭条の基底の下方，若しくはそれより後方にある．

*f¹. 胸鰭の第1鰭条は分岐しないが第2鰭条は分岐する．背鰭は一様に暗色又は黒色斑を持つ．……ハマトビウオ属 *Cypselurus*

f². 胸鰭の最前部の 2～4 鰭条は分岐していない．背鰭は一様に暗色，又は不明瞭な黒色斑を持つ．……トビウオ属 *Prognichthys*

e². 臀鰭基底と背鰭基底とは長さがほぼひとしく相対して生じ，鰭条数はひとしいか時には臀鰭の方が1～2個多い．臀鰭の起点は背鰭の第1～2鰭条基底の下方，若しくはそれより更に前方に位置を占める．背鰭には黒色斑がない．

g¹. 胸鰭の第1鰭条は分岐していないが第2鰭条は分岐する．……マイトビウオ属 *Hirundichthys*

g². 胸鰭の第1及び第2鰭条は分岐していない．……オキトビウオ属 *Danichthys*

* トビウオ類の胸鰭の最初の鰭条は次の鰭条に密着していてその間に鰭膜を有せず，幼期にはやや顕著であるが成魚では萎縮してきわめて短かくなつており，その次のやや長い鰭条を第1鰭条とするのが普通である．ここでもそれに倣つた．

** *Cypselurus*, *Prognichthys* の両属では臀鰭条数は背鰭条数より少いのが普通であるが，前者に属するハマトビウオ *C. pinnatibarbatus* 及び後者に属するトビウオ *P. agoo* では個体により両対鰭の鰭条数がひとしい場合もある．しかしこのような個体でも臀鰭起点は背鰭第2鰭条基底より後方にある．

Hubbs & Kampa (1946) はトビウオ亜科を *Cypselurus*, *Prognichthys* の2属とし，そのうちにそれぞれ次のような亜属を包含せしめた．松原 (1955) も又これに従つている．

Genera	Subgenera
Cypselurus	*Cypselurus*
	Cheilopogon
	Hirundichthys
Prognichthys	*Prognichthys*
	Danichthys

各亜属はそれぞれ上の検索表にかかげた属と同様の特徴を有する．*Cheilopogon* は Hubbs & Kampa により新に設けられたもので次のような点で *Cypselurus* 亜属と分けられる．

Cypselurus 亜属：臀鰭条は背鰭条より 2～5 個少い．臀鰭起点は背鰭の第4鰭条基底より後方に位置を占める．脊椎骨数 41～48（一般に 48 個以下，49 個は稀），幼期のひげ状器官

は一対又は単一，種類によつてはきわめて短期間のみ現れ，全くこれを欠くものもある．しかしいずれにしても（*Cheilopogon* 亜属のように）縁が細裂した広い膜様のひげ状器官はみられない．

Cheilopogon 亜属：臀鰭条は背鰭条より1～2個少い（時にはひとしい場合もある）．臀鰭起点は背鰭の第3～4鰭条基底の下方に位置を占める．脊椎骨数 48 乃至 52．幼期のひげ状器官は単一のひろい膜状物で周辺は細裂する．

このような特徴を以て亜属を分つならば，たとえば背鰭と臀鰭との位置の関係に於ては *Prognichthys* 属中にもこの両型がみられる．又，ひげ状器官の形態も後述するようにいくつかの型にわけられ，*Cheilopogon* 亜属のひげもその発生の初期の状態よりみれば他の諸型と特にかけはなれた特徴を持つわけではない．従つて *Cheilopogon* を一亜属とみとめるならば（特に *Cypselurus* は幼期の形態よりみていくつかの群に分つことができる点から考えて）他にも多数の亜属を設ける必要を生ずるものと思われる．

一方 BRUUN (1935) は *Cypselurus* 属を次の4亜属に分つことを提唱している．

Procypsilurus：基準種は *C. exsiliens* (LINNÉ)，わが国に産するもののうちではサンノジダマシ *C. katoptron* (BLEEKER) がこれに近いものと思われる．

Cypsilurus：基準種は *C. comatus* (MITCHILL)，ウチグトビウオ *C. naresii* (GÜNTHER) がこれに近い．

Eucypsilurus：基準種は *C. heterurus* (RAFINESQUE)，ツクシトビウオはその一亜種とされる．

Poecilocypsilurus：基準種は *C. callopterus* (GÜNTHER)，アヤトビウオ *C. poecilopterus* (C. et V.) はこれにきわめて近い．

しかしこれらの亜属は基準種があげられているのみでそれぞれの特徴が述べられていないので，ここにはこれ以上触れないこととし上記のように BRUUN 及び BREDER の分類方式に従つた．

B. 種の特徴

上記の各属のトビウオ類のうち日本産のものについてそれぞれの種の特徴を次に表記した．未だ本邦近海では採集されていないものも，将来採集されることがあると思われるものは採録した．

サヨリトビウオ科 Oxyporhamphidae

サヨリトビウオ属 *Oxyporhamphus* GILL (=*Evolantia* SNODGRASS & HELLER)

本邦に産するものはサヨリトビウオ *Oxyporhamphus micropterus micropterus* (CUVIER & VALENCINNES) のみ．成魚の全長 17～18 cm．脊椎骨数 49～51．D. 13～14, A. 13～15.

トビウオ科 Exocoetidae

トンガリトビウオ属 *Fodiator* JORDAN & MEEK

太平洋熱帯水域では Hawaii から *Fodiator acutus rostratus* (GÜNTHER) が，Panama 湾から *Fodiator acutus pacificus* BRUUN が知られているが，太平洋西部からは採集されていない．

カワリトビウオ属 *Parexocoetus* Bleeker

松原 (1955) はツマリトビウオ属と名付けている.

a¹. 胸鰭は背鰭前部の下方に達し，背鰭は倒せば尾鰭の前部に達する．胸鰭はほとんど淡色，♂の腹側は生時には紅紫色をおびる，D. 12, 13. A. 13, 14. 全長は普通 130～160mm. 脊椎骨数 40 又は 41. 背鰭前方の正中線上の鱗数 20～24. ……カワリトビウオ（ツマリトビウオ）*Parexocoetus brachypterus* (Richardson)

大西洋産の本種には *P. b. hillianus* (Gosse), *P. b. littoralis* Breder の二亜種が知られているが，日本近海産のものは両顎に円錐歯を持つこと，幼期にはきわめて短いひげ状器官を生ずることなど後者に似た特徴を有する．一方，太平洋中部の熱帯水域では前者の如く長いひげ状器官を持つ幼期標本が採集されている．これらの点からみて太平洋の本種にも少くとも二型があることは明らかである．本種は Tahiti 島産の標本により設けられたものであるが，日本近海産のものはこれとは亜種を異にするのではないかと思われる．

a². 胸鰭は背鰭中央部の下方に達し，背鰭は倒せば尾柄後部に達する．胸鰭の上半部は暗色．♀♂共に生時には体側が淡黄色をおびる．D. 11, 12. A. 10, 11. 全長 120～140mm. 脊椎骨数 35 又は 36. 背鰭前方の正中線上の鱗数 17～19……バショウトビウオ *Parexocoetus mento mento* (Cuvier & Valenciennes)

ハマトビウオ属 *Cypselurus* Swainson

a¹. 胸鰭には多数或いは少数の円形又は楕円形，若しくは不規則な形の小斑紋がある．

b¹. 背鰭の中央又は後半に大きな黒色斑がある．胸鰭はやや暗色で中央から下部にかけて甚だ不明瞭な淡色帯が横たわり，瞳孔径より著しく小さい円形又は楕円形の黒色斑紋がその後部に散在する．この斑紋は個体により甚だ多数みとめられ胸鰭前部にも散在するものもあり，又僅かに数個が鰭の下部の後縁に近く存在していることもある．全長 30～40cm. 脊椎骨数 45 又は 46. D. 13～15, A. 9～11. 背鰭前方の正中線上の鱗数 35 個内外．生時には著しく紫赤色をおびる．……アカトビ *Cypselurus atrisignis* Jenkins

b². 背鰭に黒色斑はない．胸鰭の上方 2/3 にわたり瞳孔の 1/2～1/3 大の楕円形又は不規則形の黒斑が多数ならび，前方では多少横帯をなす．体は特に太短かい．全長 25cm. 脊椎骨数 40 又は 41. D. 12, 13. A. 7～9. 背鰭前方の正中線上の鱗数 25～31. ……アヤトビウオ *Cypselurus poecilopterus* (Cuvier & Valenciennes)

a². 胸鰭には円形，楕円形の小斑紋が散在していない．

c¹. 背鰭には明瞭な一黒色斑がある．胸鰭は縁辺を除き大部分が濃藍黒色．成魚の全長は 35～45 cm，脊椎骨数 44～46. D. 12～14; A. 9～11. 背鰭前方の正中線上の鱗数 34～40. ……カラストビウオ *Cypselurus spilonotopterus* (Bleeker)

c². 背鰭は一様にやや暗色で黒色斑はない．

d¹. 胸鰭の上部は暗色（濃黒色ではない）で下部は淡色，暗色部の中央には輪郭の不明瞭な淡色帯があつて下部の淡色部に連なる．固定後時を経た標本ではこれらの斑紋は明かでなく一様にやや暗色又は不規則な濃淡を示すのみとなり易い．

e¹. 背鰭前方の正中線上の鱗数 42～48. 甚だ大きく普通全長 40～50 cm. 脊椎骨数 49～51, D. 12～14, A. 10～11. …… ハマトビウオ *Cypselurus pinnatibarbatus japonicus* (Franz)

e². 背鰭前方の正中線上の鱗数は普通 35 より少い.

f¹. 胸鰭と腹鰭は共に長く先端は尾柄中央部に達する. 腹鰭はホソトビのように後方にある (g² 参照). 成魚の全長 30 cm 内外, 脊椎骨数 41 又は 42. D. 13, A. 9. 背鰭前方の正中線上の鱗数 34……ウチダトビウオ ***Cypselurus naresii*** (GÜNTHER)

f². 腹鰭の先端は臀鰭基底の中央又は後部に達するのみである.

g¹. 吻端と腹鰭基底との距離は体長の 57～59 per cent. 腹鰭基底と尾鰭中央鰭条先端との距離は前者と眼の前半との距離に等しい. 体の前部では側線に沿い著しく角張つている. 口蓋骨には歯がない. 成魚の全長 25～35 cm. 脊椎骨数 47～49. 背鰭前方の正中線上の鱗数 30～35.……ツクシトビウオ ***Cypselurus heterurus döderleini*** (STEINDACHNER)

g². 吻端と腹鰭基底との距離は体長の 60～62 per cent. 腹鰭基底と尾鰭中央鰭条先端との距離は前者と眼の後縁又はそのやや後方との距離にひとしい. 体の前部はトビウオ類としては丸みをおびており側線に沿い角張つておらず, ウルメイワシに似た印象を受ける. 口蓋骨に小歯帯がある. 全長 25～28 cm, 脊椎骨数 45～47. D. 11～14, A. 8～10. 背鰭前方の正中線上の鱗数 31～35.…… ホソトビ ***Cypselurus opisthopus hiraii*** ABE

d². 胸鰭は藍黒色で, 下半前部より次第に幅を狭めつつ鰭の中央を横切る淡色横帯と, 鰭の中央より下方の後端をふちどる淡色縁とを持つ. 淡色帯は生時には橙色をおびる. 尾鰭下葉は暗色であるが上葉は色やや淡く幅広い淡色縁を有する. 全長 25～27 cm. 脊椎骨数 44～45. D. 13～15, A. 8～10. 背鰭前方の正中線上の鱗数 26～29.……サンノジダマシ ****Cypselurus katoptron*** (BLEEKER)

d³. 胸鰭は下方の 3～4 鰭条と先端の小部分とを除いては縁辺に至るまで濃藍黒色. 全長 24～27 cm. 脊椎骨数 43 又は 44. D. 12～14, A. 8～10. 背鰭前方の正中線上の鱗数 30～35.……アリアケトビウオ. ***Cypselurus starksi*** ABE

* 阿部 (1954) はサンノジダマシに *C.altipennis* (CUVIER & VALENCIENNES) をあてているが, Bruun (1937) によれば *C. altipennis* (C. et V.) はハマトビウオに近い別種である.

マイトビウオ属 *Hirundichthys* BREDER

a¹. 胸鰭は藍黒色で中央に巾の広い輪廓の明らかな一淡色縦帯が走り後縁も先端部を除いて淡色. 口蓋骨には歯がある. 全長 24～25 cm. 脊椎骨数 45～46. D. 10, 11. A. 10～12. P. 17, 18. 背鰭前方の正中線上の鱗数 30～34.……ニノジトビウオ (サンノジトビ) ***Hirundichthys speculiger*** (CUVIER & VALENCIENMES)

a². 胸鰭は先端, 下半部及び後縁を除き暗色で, 下半部の淡色部は上半の暗色部の中央にのびる. この斑紋の境界は余り明瞭でない. 口蓋骨には歯がない. 全長 24～26 cm. 脊椎骨数 45～47. D. 10 又は 11, A. 11 又は 12, P. 15 又は 16. 背鰭前方の正中線上の鱗数 31～33.……マイトビウオ (ホソアオトビ) ***Hirundichthys oxycephalus*** (BLEEKER)

トビウオ属 *Prognichthys* BREDER

a¹. 胸鰭の第 1 及び第 2 鰭条 (萎縮鰭条を除き) は分岐せず, 第 3 鰭条以下は分岐する. 背鰭には不明瞭な一黒色斑を持つ. 全長 32～35 cm. 脊椎骨数 47 又は 48. D. 10～12, A.

9～11, P. 16～17. 背鰭前方の正中線上の鱗数 33～37. ……トビウオ *Prognichthys agoo* (TEMMINCK & SCHLEGEL)

a². 胸鰭の前部3鰭条のみが分岐していない. 背鰭は一様にやや暗色. 採集された標本では全長 17.5 cm, 脊椎骨数 44. D. 11, A. 9, P. 17 又は 18. 背鰭前方の正中線上の鱗数 25. ……ザカトビウオ *Prognichthys zaca* (SEALE)

a³. 胸鰭の前部4鰭条が分岐していない. その他の点はザカトビウオに酷似する. 全長 25 cm 内外, 脊椎骨数 43 又は 44, D. 10 又は 11, A. 8 又は 9. P. 17 又は 18. 背鰭前方の正中線上の鱗数 27, 28. ……ダルマトビ *Prognichthys sealei* ABE

オキトビウオ属 *Danichthys* BRUUN

オキトビウオ *Danichthys rondeletii* (CUVIER & VALENCIENNES) のみが知られている. 全長 25～30 cm. 脊椎骨数 45 又は 46. D. 11～13, A. 12～13. P. 17～19. 背鰭前方の正中線上の鱗数 27～31. 胸鰭は大部分藍黒色で下部と後縁は淡色.

II. 稚魚期の特徴

トビウオ類の稚仔には下記のような特殊の形態的分化がみられる. これらの幼期形態は主として仔魚期の終りより発達し始め, 稚魚期を通じて著しい種属の特徴をなしている. 従つてトビウオ類稚魚の所属を同定するに当つては, 一方では鰭条数, 脊椎骨数などの各期を通じて変らない特徴を比較しつつ, 他方では成魚とは全く異つた観点に立つて各部の形態を比較しなければならない.

トビウオ類の幼期形態の代表的なものに次に示す通りである.

1. 下顎の突出. サヨリトビウオ科及びトビウオ科中のトンガリトビウオ亜科において著しく, カワリトビウオ亜科にもみとめられる.
2. ひげ状器官の発達. サヨリ科, ダツ科などの幼期に下顎下面に発達する膜状器官と相同のものであるが, トビウオ科では顎ひげ状を呈する場合が多い. トンガリトビウオ亜科を除き各亜科にみられる左右一対のものもあり, 左右合同して一本となつたものもある. 時に甚しく長くなり体長を超える場合もある.
3. 背鰭の発達. トンガリトビウオ亜科及びカワリトビウオ亜科では成魚でも背鰭は高く帆状を呈するが, ハマトビウオ亜科中には幼期のみ背鰭が著しく高くなるものがあり, その際の最長鰭条の位置も種属的特徴をなす.
4. 胸鰭の分化. 胸鰭の前部が特化して成魚と著しく異なる外観を呈するもので, ハマトビウオ亜科中の3属にみられる.
5. 色相の分化. トビウオ類の色相は成魚ではほとんど一定であるが幼期には多種多様で種の特徴としては重要である.

A. 亜科及び属の特徴

a¹. 下顎は突出しサヨリに近い形態を示す.

b¹. (サヨリトビウオ科 Oxyporhamphidae) 胸鰭は短かく腹鰭基底に達しない. 背鰭はその後部鰭条がやや長いが全体として特に高くはない. 全長 40～50 mm では下顎は頭長の 60 per cent に達するが, 100 mm では僅かに三角形に突出するのみ, 上顎は吻長にひと

しいが，これより短かい．全長 60～70 mm までは体は細い．D．13，14，A．13～15．……サヨリトビウオ属 *Oxyporhamphus*

b^2．（トンガリトビウオ亜科 Fodiatorinae）胸鰭は長く全長 35 mm 内外で背鰭起点に達する．背鰭は中央鰭条が長く全体がきわめて高く帆状を呈する．上顎も長く吻長は眼径より大，体は特に細くはない．D．10，A．11……トンガリトビウオ属 *Fodiator*（日本近海より未記録）

a^2．（カワリトビウオ亜科 Parexocoetinae）下顎の先端は突出はしていないが尖つており腹面からみるとサンマの下顎に似ている．下顎先端には一対のひげ状器官を持つものが多い．背鰭は全長 25 mm 内外から急に高くなり始め，40～50 mm では尾鰭上葉の中央に達する．背鰭条数と臀鰭条数はひとしいが，1，2 個の差があるのみ……カワリトビウオ属 *Parexocoetus* 日本近海産 2 種．

a^3．下顎の先端は突出しておらず著しく尖つてもいない．多くの種類ではむしろ丸みをおびている．背鰭は一般に高くなるがその程度は一様ではない．ひげ状器官は一対のものもあり単一のものもあり，これを欠くものもある．

c^1．（イダテントビウオ亜科 Exocoetinae）腹鰭は短かく，その基底は各期を通じて体の中央よりかなり前方にある．背鰭は特に高くならない．背鰭と臀鰭の鰭条数はひとしいか 1，2 個の差があるのみ．ひげ状器官はあるものとないものとがある．……イダテントビウオ属 *Exocoetus*（本邦産 2 種）

c^2．（ハマトビウオ亜科 Cypselurinae）腹鰭は長くなり稚魚期の終りには一般に成魚よりもかえつて後方に達する．その基底は各期を通じて体の中央より後方にある．

d^1．臀鰭は一般に背鰭の第 2～4 鰭条基底の下方，若しくはそれより後方に始まり，鰭条数も背鰭より 2～5 個少い（成魚の特徴参照）．ひげ状器官はあるものとないものとがある．

e^1．胸鰭の最前部の 3～4 鰭条間では各鰭条のなす角度はそれより後方の各鰭条の夾む角度より広く，それぞれの間の鰭膜が拡がつて特異の形態を示す．……トビウオ属 *Prognichthys*（本邦産 3 種）

e^2．胸鰭の形態は特異でない．……ハマトビウオ属 *Cypselurus*（本邦産 9 種）

d^2．臀鰭はほぼ背鰭の第 1～2 鰭条の下方，若しくはそれよりやや前方に始まる．鰭条数も臀鰭とひとしいか又は 1，2 個多い．ひげ状器官はない．

f^1．胸鰭の第 1～2 鰭条のなす角はそれより後方の各鰭条の夾む角より著しく広く，鰭膜もひろがり特異の形態を示す．……マイトビウオ属 *Hirundichthys*（本邦産 2 種）

f^2．胸鰭の第 1～3 鰭条の夾む角が特に広い．……オキトビウオ属 *Danicnthys*（本邦産 1 種）

B．種の特徴

サヨリトビウオ属（日本近海産のものは 1 種のみ），オキトビウオ属（知られているものは 1 種）及びトンガリトビウオ属（成魚も幼期も日本近海よりは未記録）は省略する．

カワリトビウオ属 *Parexocoetus*

a^1．D．12～13；A．13～14．一対の短かいひげ状器官がある．頭が小さく体長の 20～22 per

cent, 背鰭は高く圧すれば尾鰭上葉の前部より中央部に達する. 背鰭の下方に黒色斑はない. 胸鰭はほとんど無色. …… *P. brachypterus* (RICHADSON)

本種にはひげ状器官がほぼ吻長にひとしくなるものと, ひげのきわめて短かいものとがある. これらの関係については成魚の特徴 (p. 93) を参照されたい.

a². D. 11～12; A. 10～11. ひげ状器官はない?. 頭は大きく体長の 26～28 per cent, 背鰭は高いが圧しても尾鰭上葉の萎縮鰭条部に達するのみである. 背鰭の下方に2個の明らかな暗色斑がある. 胸鰭の上半は先端を除き暗色. バショウトビウオ *Parexocoetus mento mento* (C. & V.)

イダテントビウオ属 *Exococtus*

a¹. ひげ状器官はない. 体は細く頭高は頭長の 4/5 より小さく頭部の形態にも特徴はない. 胸鰭の色胞は上部の後半, 縁辺に近く散布する. 腹鰭は無色か前部に僅少の色胞をおびるのみ, 体側には背鰭及び臀鰭の横基底の後半部の間を占める幅の広い暗色帯がある. D. 13～15, A. 12～14. ……イダテントビウオ *Exocoetus volitans* LINNÉ

a². ほぼ喉部に達する1本の細長くて先端は扁たく後縁は丸みをおびたひげ状器官を有する (体長 20～50 mm) 頭は後頭部において著しく高まり, 全長 45 mm 内外では頭長よりやや大, 胸鰭の色胞は最下方を除いてはいちめんに分布する. 腹鰭は暗色又は黒い. 体側には背鰭の後部下方に一暗色横帯を生ずるがその幅は狭い. D. 12, 13. A. 13. ……ハゴロモトビウオ *Exocoetus monocirrhus* RICHARDSON

ハマトビウオ属 *Cypselurus*

アカトビの幼期は不明なのでここには省略する.

a¹. 下顎にはひげ状器官が発達する.

b¹. ひげ状器官は一対.

c¹. ひげ状器官はリボン状ではなはだ長く, 体長 10 mm 内外ですでに出現し体長 30 mm 内外ではその 65 per cent, 40 mm では 110 per cent に達する. 背鰭もカワリトビウオ属のように高く, 倒せば尾鰭に達する. 稚いものでは対鰭も体もむしろ淡色の場合が多いが, 背鰭は暗色をおびる.……カラストビウオ *C. spilonotopterus* (BLEEKER)

c². ひげ状器官は眼の後部に達するのみ. 背鰭はその前部の鰭条が長く, 全体として著しく高くなつて三角形を呈し, 臀鰭の高さの2倍以上に達する. 胸鰭上の横帯は余り明瞭ではない. ……サンノジダマシ *Cypselurus katoptron* (BLEEKER)

c³. ひげ状突起は眼の後方に達するのみ. 背鰭は成魚よりは高いが臀鰭の 1.2～1.3 倍に過ぎない. 体側と対鰭には明瞭な横帯を有する. 生時には黄赤色をおびる. ……ツクシトビウオ *C. heterurus döderleini* (STEINDACHNER)

b². ひげ状器官は1個

d¹. ひげ状器官は短かいがひろく縁辺は細裂する (発生の始めには左右両片に分れているが後に合一する). 背鰭は中央部の鰭条が長く, 全体として著しく高くカワリトビウオに似ており, 倒せば尾鰭の前部に達する. その大部分が黒い. 固定したものでは体は淡色の場合が多く, 体長 50～90 mm のものでは胸鰭基底と腹鰭基底の中間腹側に二横帯があり

（多くのトビウオ類ではこの間には1個の横帯しかみられない）．腹鰭より後方では体側中央に幅の広い一縦帯が現われる．……ハマトビウオ *C. pinnatibarbatus japonicus* (Franz)

d^2．ひげ状器官の幅は狭い．（始めから単一のひげとして生ずる）．背鰭は高くならない．眼の後方から腹鰭基底にかけて暗色縦帯が走る（全長 25 mm 内外より著しくなる）．胸鰭と腹鰭とは大部分色胞でおおわれる．

e^1．ひげは各期を通じて小さく先端は丸みをおび中央に欠刻があつて花瓣状．……ホソトビ *C. opisthophus hiraii* Abe

e^2．ひげは著しく長く全長 30 mm では眼の下方に，60 mm では腹鰭基底の後方に達する．全体はテープ状で先端は深い欠刻を有し，ヤハズ状を呈する．……ウチダトビウオ *C. naresii* (Günther)

a^2．ひげ状器官を生じない．

f^1．眼が著しく大きく眼間部は凹み，眼の前部上縁が頭部背方の輪郭を形成する．稚いものでも胸鰭及び腹鰭に成魚のような暗色斑の横列が現われる．……アヤトビウオ *C. poecilopterus* (Cuvier & Valenciennes)

f^2．眼は特に大きくはない．眼間部も扁たい．胸鰭も腹鰭も一様に暗褐色，又は淡色の場合が多いが，個体により暗色の地の上に1～2の淡色帯をみるものがある．しかし多数の暗色横帯をみとめることはない．……アリアケトビウオ *C. starksi* Abe

トビウオ属 *Prognichthys*

a^1．一対のひげ状器官がある．背鰭はその中央鰭条が長く，全体がカワリトビウオのように高く暗色をおびる．体は細く比較的色淡く，腹側には横帯を，尾部側面には縦帯を生ずる．D．10～12，A．10～11．P．17．

稚魚期の始めには胸鰭の形態に属の特徴が発現しておらない上に発生初期のひげ状器官の形状がよく似ているのでハマトビウオと混同するおそれが多い（出現期も同様である）．本種では胸鰭条が多いこと，背鰭条が少い場合が多いこと，ひげ状器官の縁辺が滑かな曲線をなすこと（ハマトビウオでは縁辺に著しい凹凸がある），などが特徴としてあげられる．……トビウオ *P. agoo* (Temminck & Schlegel)

a^2．ひげ状器官はない．眼が大きくやや凸出する．体は暗色の場合が多い．胸鰭は暗色で前部の4～5鰭条は短かくその縁辺のみは截然とした淡色縁を持つ．D．10～11．A．8～9．P．18～19．

b^1．胸鰭の前部の不分岐鰭条は3個（全長 50 mm 以上にならないと明らかでない）全長 140 mm 内外で既に幼期の特徴は全くみとめられない．ザカトビウオ *P. zaca* (Seale)

b^2．胸鰭前部の不分岐鰭条は4個．全長 140 mm に達したものでも幼期の（胸鰭の）特徴を完全にとどめている．……ダルマトビ *P. sealei* Abe

マイトビウオ属 *Hirundichthys*

a^1．P．17 又は 18．全長 20～45 mm では下顎前端に色胞なく，吻にも色胞は少いか，或いは全くない．55～80 mm では腹鰭の先端部より後方の外縁に幅広く淡色の部分が残されている．全長 85～125 mm の個体でも胸鰭には幼期の特徴が判然とみられる．……ニノジトビウオ（サンノジトビ）*H. speculiger* (Cuvier & Valenciennes)

a^2. P. 15 又は 16. 全長 20～45 mm の個体にも下顎端には数個の色胞があり，吻には多くの場合多数の色胞が散在する．50～80 mm では腹鰭はその後部でも外縁まで色胞におおわれる．全長 90 mm 内外で胸鰭における幼期の特徴は失われる．……マイトビウオ（ホソアオトビ）*H. oxycephalus* (BLEEKER)

仔魚期及び未成魚の特徴，図版及び参照文献については第Ⅱ報にゆずる．

Résumé

The author has obtained numerous specimens of the flying-fishes involving the adult and juveniles of twenty species mainly from Kyûshû and its adjacent waters.

The keys and main characteristics for the determination of the species of these Japanese flying-fishes are provided here. As the characteristics of flying-fishes greatly transform according to their growth, the keys to the species ought to be given for each stage of their life-history. In the present paper, Part I deals with the abult, and Part II with the young of these Japanese flying-fishes. Keys for the larva and immature fishes of them will be provided on the next parts III and IV.

STUDIES ON SOME MARINE ALGAE FROM SOUTHERN JAPAN, II

Takesi TANAKA

日本南海産海藻類の研究　其二

田　中　　剛

The authoritative investigation has not yet been done about the marine algal flora of Tokara Islands and Amami Islands. After the writer's going over twice to every Islands of the Tokara since February 1952, together with his making collecting trips over to each Island of Amami Oshima several times every year since May 1954, a somewhat systematic research has been under progress. The result of this study seems to the writer to be very interesting and contribute to some extent to the marine flora of the Southern Japan.

Among the specimens of marine alage from these Southern Japan, there are some interesting ones, of which are described in the following pages.

5) ***Bornetella clavellina*** spec. nov.　　Plate I,A. and Fig. 1.

Frons caespitosa vel solitaria, claviculata vel cylindracea, 1～1.5 cm. alta, ca. 0.2 cm. crassa, levissime incrassata; axis ad basin plus minus rugosus, e 20～28 ramulis primariis in unicum corona compositum; cellulis corticus 150～240 μ diametro; a superficie visis 5～6 angulatis, gametangia spherica vel subspherica, 250～280 μ in diam.; spora numerosa, ellipsoidea, ca. 52～58×70～78 μ magna, colore albo-virido.

Japanese name.　*Hoso-mizutama.*

Hab.　Takarazima, Tokara Islands; Koniya, Amami Islands.

Frond solitary or caespitose, claviculate or cylindrical, slightly curved, 1～1.5 cm. high, about 0.2 cm. thick, provided with a very short simple stipe ending in a disc shaped, slightly encrusted with chalk; central axis rugose toward base, bearing whorls of 20～28 primary branches; primary branches forming toward distal end up to 1～2 laterally attached; spherical or subspherical gametangia, 250～280 μ diam., and terminally inserted secondary branches jointed together to form monostromatic surface cells of pentagonal or hexagonal units; surface cells ca. 150～240 μ in diam.; gametangia producing about 16～20 spores; spores ellipsoidal, about 52～58 ×70～78 μ in diam., colour light green or somewhat greenish white.

The present species seems to possess some resemblance to *Bornetella nitida* MUN. et CHALMES, but it differs from the latter by the outer appearance. The outer appearance of this species is characteristic on account of the small size and peculiar claviculate shape and somewhat slightly curved in the middle portion of the frond.

The gametangia of *B. clavellina* TANAKA are borne single or groups of two on the upper portions of the branches of the first order, and contain about 16～20 spores. They are spherical or subspherical, about 250～280 μ in diameter. *Bornetella nitida* MUN. et CHALMES may be distinguished on the basis of the number of spores formed in the gametangia.

The plant was found growing rather scattered on small blocks, coral or stones lying in shallow pools together with *B. ovalis* YAMADA. Fertile specimens were collected in the month of July.

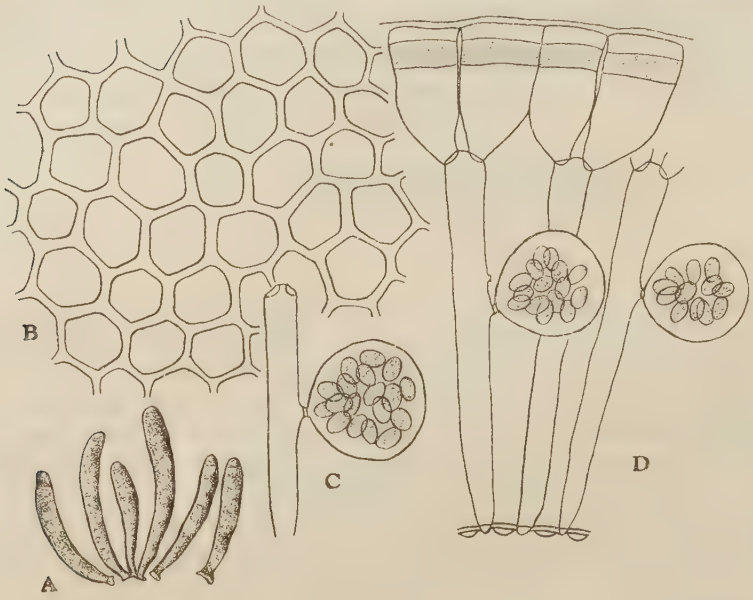


Fig. 1. *Bornetella clavellina* Tanaka.
A. Habits of the plant. x. 1.2 B. Surface view of the frond. x 75.
C. Primary branch bearing a sporangium. x 75.
D. Primary branches bearing sporangia. x 75.

6) ***Ulva amamiensis*** spec. nov. Plate I,B. II and Fig. 2.

Fronde membranacea, nonnunquam perforata, breve stipitata, virido-smaragdina, lineari-vel ovato-lanceolata, non raro in 2～5 lobatas laciniata, marginibus undulatis, fere 100～170μ crassa, 20～60 cm., raro usque 115 cm. longa 10～35 cm., raro usque 50 cm. lata; cellulis vegetativis a facie visis 4～6 angulato-rotundis, in sectione thalli transversa oblongis; parte gelatinosa subintercellularis maxime tenuibus; fila radicalia fibrosa, inter 2-strata cellulas producta.

Japanese name. *Usyuku-aosa.*

Hab. Usyuku, Amami Islands.

Frond linear-lanceolate to ovate-lanceolate, often laciniata into two to five lobes, very undulate on the margins, membranaceous, often perforate, cuneate stipe, margins smooth having no microscopic teeth, mostly 20 to 60 cm. long and 10 to 35 cm. wide (the largest specimen 50×115 cm.); membrane distromatic, 100～170μ thick as to the base, two layers of cells very closely attached to one another, and covered with thin outer walls; cells in surface view 4～6 angled with round corners, 27～40μ diam., in cross section vertically oblong, 32～78μ; chromatophore in most of the cells not filling the interior; colour of the frond dark-green or green.

Among the genus *Ulva*, the vegetation of the species is very characteristic and observed with interest. The present species abundantly grows on rocky bottom in a depth of about 2～7 fathoms. It is linear-lanceolate to ovate-lanceolate, and in the latter case often laciniate into two to five lobes. The frond is erect and flaccid, and rather membranaceous. The present specimens of *Ulva* from Amami Islands, which are perforate abundantly in the frond, showing some of the openings larger and the outer smaller in size. These specimens are rather somewhat similar to *U. pertusa* Kjellm. in general appearance.

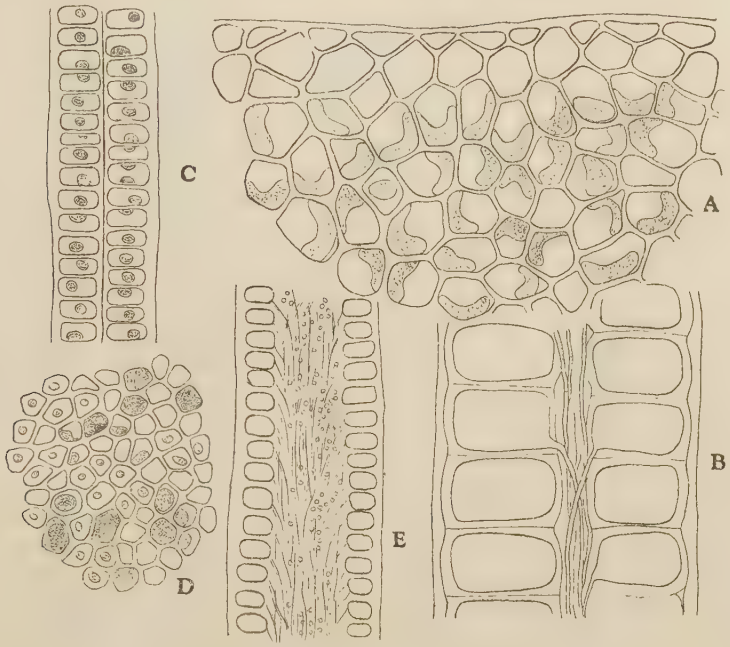


Fig. 2. *Ulva amamiensis* TANAKA.

A. Surface view of the marginal portion. x 350. B. Longitudinal section of the basal part. x 350. C. Longitudinal section of the upper portion. x 150. D. Surface view of the lower part. x 100. E. Longitudinal section of the basal part. x 100.

It is characterized by the flaccid frond and internal prolongation of the clearly slender rhizoidal filaments. As to the anatomical characters of the frond, the present species agrees very well with *Letterstedtia japonica* HOLMES, with the exception of the shape of chromatophore in the cells. The cells are not completly filled with chromatophore.

7) ***Neomeris van Bossae*** HOWE　　Plate I,C. and Fig. 3.

Phyc. studies. IV (1909) p. 80, pl. 1, figs, pl. 5, figs. 17～18; WEBER VAN BOSSE, Liste des Alg. du Siboga, vol. 1 (1913) p. 88; YAMADA, The Phyto-geographical Relation between the Chlorophyceae of Mariannes, Carolines and Marshall Islands (1926) p. 965.

Japanese name. *Konahada-fudenoho.*

Hab. Growing on rocks in the littoral belt. Takarazima, Tokara Islands.

In our adjacent waters the present species was collected at Micronesian Islands and Taito, Formosa by Prof. Y. YAMADA as already noted them in his short papers. In our specimens, the plants almost solitary but rarely gregarious. They are clavate, subcylindrical or sometimes fusiform and attain 1～3 cm. high, 2～3.5 mm broad, often curved near the middle or toward rounded-obtuse or subacute apex. The primary branches attains about 900μ and about 30 times as long as their median diameter.

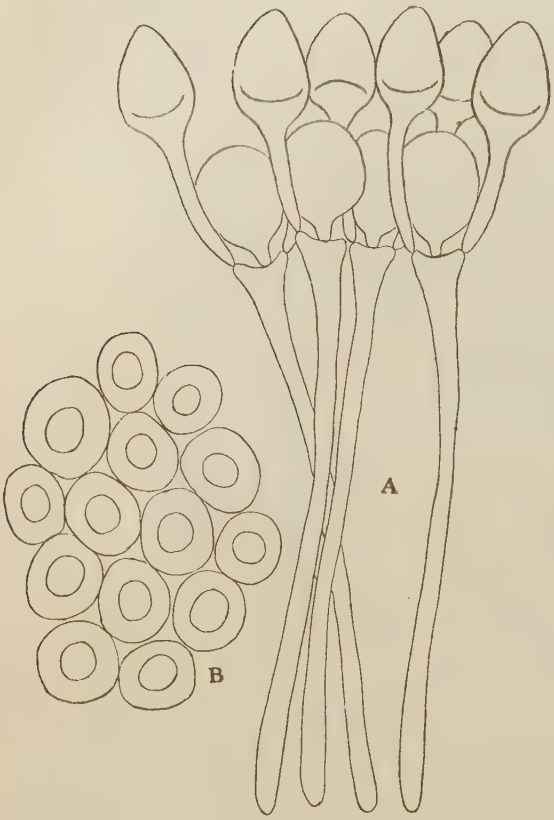


Fig. 3. *Neomeris van Bossae* HOWE.
A. Primary branches bearing sporangia. x 70.
B. Surface view of the frond. x 70.

The number of branches is one whorl usually 30~35. Hairs are monomorphous. The colour of the frond is blueish white, especially at the apex of the frond. The sporangia are strongly calcified but mutually free. Their shape is oval or subglobose. The spores are about 140~180μ long and 100~140μ broad.

8) ***Bangiopsis subsimplex*** (MONTAGNE) SCHMITZ Fig. 4.

in ENGLER und PRANTL, Naturl. Pflanzenfam., (1897) 1. Teil, 2. Abt., p. 314.

Syn. *Compsopogon subsimplex* (MONTAGNE, in Annales Science, Nat. Bot., III Ser., t. 14 (1850) p. 299.

Syn. *Goniotrichum Humphreyi* (non COLLINS) TANAKA, Japanese species of *Protoflorideae* (1944) p. 82, Text-figs. 4~5; The systematic study of Japanese *Protoflorideae* (1952) p. 8, fig. 4.

Japanese name.
Nise-usikenori.

Hab. Satoura, Awa Prov.; Yamakawa, Satuma Prov. Growing on stone reef in the littoral zone.

It was after examining only a few algal specimens collected by Mr. Y. UZIKE at Satoura, Shikoku in 1941, that the Japanese name of "*Nise-usikenori*", one species among Protoflorideae, was determined into *Goniotrichum Humphreyi* COLLINS in 1944 by the writer (l.c.). In this case, the determination was performed after making a comparative reference to the specimens of PHYC. BOR. AMER., no. 421, kept in the Herbarium of Hokkaido University. But underdeveloped condition of these algae prevented the writer from clarifying whether the frond was tube-like-hollow or not.

Afterward the similar plant was discovered from Yamakawa Harbour in Kagoshima Prefecture. These algae grow thick every year in winter season at the upper littoral zone upon the stone reef; in other words, at a place a liitle higher than the growing zone of *Bangia* or *Enteromorpha*. Then these algae from Yamakawa grow large enough, the fronds become tube-like-hollow and, as SCHMITZ already pointed out, the similarity of these algae with *Bangiopsis subsimplex* (MONT.) SCHMITZ is ascertained by this character. The tube-like hollowness of the frond is a distinct character which, the writer supposes, differs *Bangiopsis* from *Goniotrichum*.

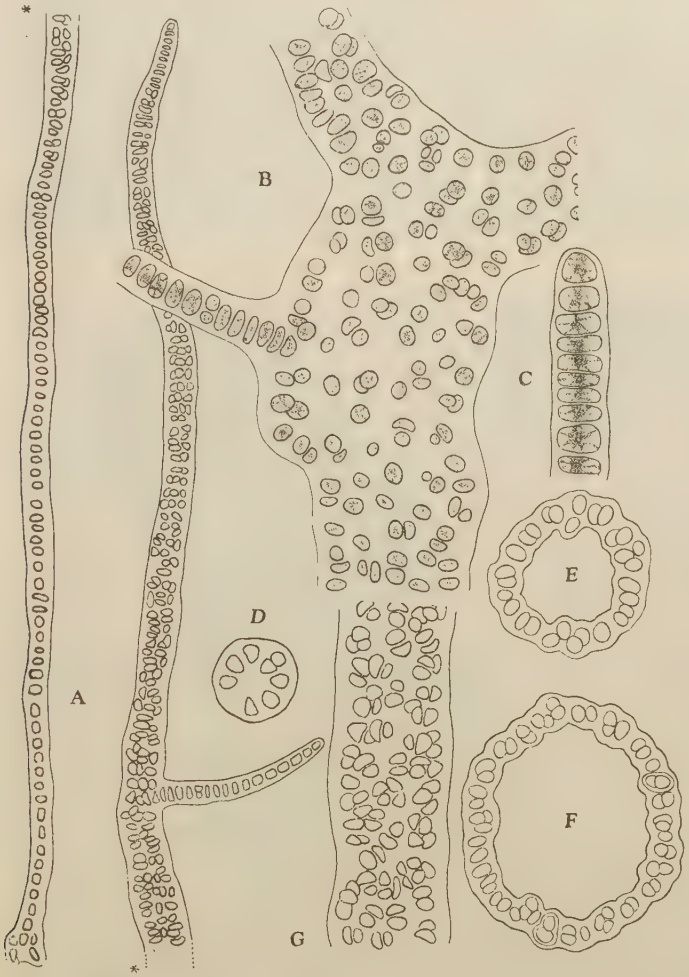


Fig. 4. *Bangiopsis subsimplex* (Mont.) Schmitz.
A. branched plant. x 190. B. Part of the ramified filament. x 325. C. Apex of a filament composed of a single row of cells. x 420. D. ··· E. Transverse sections of the filaments. x 325. G. Thick part of a filament. x 325.

Both, *Bangiopsis subsimplex* (non Schmitz) Boergesen from Danish West Indies reported by Dr. Boergesen, and, *Goniotrichum Humphreyi* Collins from Jamaica determined by Collins, are not hollow but solid of their tube-contents; and this fact enables us to distinguish them from *Bangiopsis subsimplex* Schmitz.

Therefore, we may safely venture to presume that we had better assort this Japanese species among *Protoflorideae* into the genus of *Bangiopsis* than assort it into the genus of *Goniotrichum*.

和文摘要

田中　剛：日本南海産海藻類の研究　其二

トカラ列島及び奄美大島近海の海藻類については，未だ本格的な総合的調査は行われていない．研究者は1952年2月以降トカラ列島の各島に2回，1954年5月以降毎年奄美大島各島に数次の採集を行い，調査を行つている．これらの採集品中には学術上興味あるものも可成り見受けられ，目下研究中である．

以下種名の明かにせられたこれ等本邦の南海産の種類を断片的に報告したいと思う．

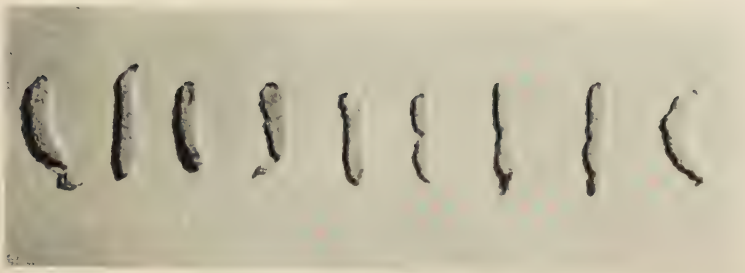
5）ホソミヅタマ（新称）　本植物はナガミヅタマに稍類似の種と思われるが，藻体の外形及び子嚢の性状に稍差異があり新種と推定される．トカラ列島，宝島及び奄美大島古仁屋等に産し，ミヅタマと混生し，浅所又は潮溜り等に生育する．成実期は6～7月頃．

6）ウシュクアオサ（新称）　奄美大島本島の東南海岸の深所（2～7尋）岩上に生育し，体は長大なるアオサの一種で，伊豆産のオーアオサと生態が似ていると思われる．藻体は長大，膜質にて柔かく，生時はワカメの如き触感があり，色調及び内部構造はヤブレグサと近似の性状を有している．生時体の基部附近の細胞は表面観にて特有の様状が認められる．

7）コナハダフデノホ（新称）　本植物は熱帯又は亜熱帯性の絲藻類の一種で，既にミクロネシア群島からは山田，時田，神田諸博士によつて報告されている．尚台湾，台東に於いても山田教授及び筆者によつて本植物が1934年に採集された．今回本邦内，トカラ列島，宝島に生育しているので茲に報告した．成実期は5～6月頃．

8）ニセウシケノリ．原始紅藻類の1種，邦産ニセウシケノリは1941年四国徳島．里浦産の僅小の標本によつて *Goniotrichum Humphreyi* Collins と査定（1944）したものである．この査定には北大，理学部所蔵の Phyc. Bor. Amer., No. 421 の標本を比較検討して決定した．其の後鹿児島県，山川港の石垣上，干満潮線間の上帯即ちウシケノリ又はアオノリの生育帯より一寸上位にニセウシケノリと思われる藻が毎年冬期繁茂している．この藻は Schmitz（1897）の言う如く，体が生長すると中空となり，*Bangiopsis* の特異の性状を呈して来る．尚 F. Boergesen（1915）は西印度の海藻報告中に *Bangiopsis subsimplex* Schmitz を挙げ，この植物は Schmitz の記載とは異なり，藻体が中空ではないと述べているが，これは恐らく *Goniotrichnm Humphreyi* Collins ではないかと推定される．従つて本邦産ニセウシケノリは Bangiopsis 属に所属せしめた方が妥当と思われる．

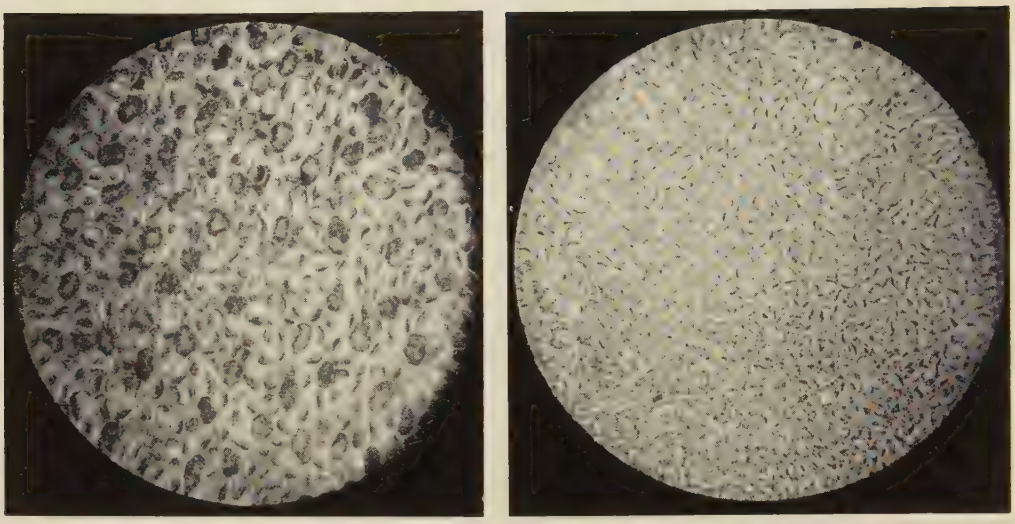
Plate I



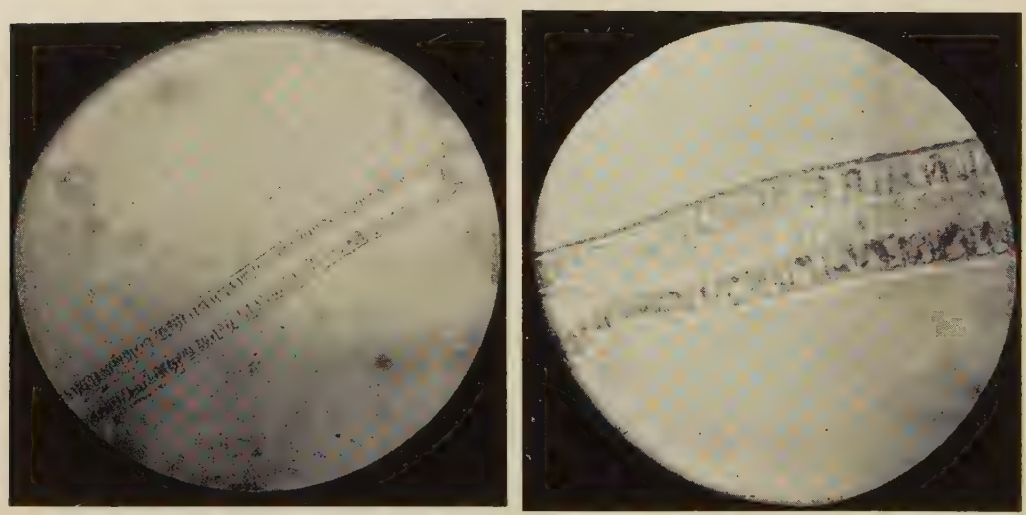
C

A. *Bornetella clavellina* Tanaka x 1.5.
B. *Ulva amamiensis* Tanaka x ⅓
C. *Neomeris van Bossae* Howe ca x 1.

Plate II



A B



C D

Ulva amamiensis Tanaka.

A. Surface view of the basal portion of the frond. B. Surface view of the marginal portion. C. Cross setion of the upper portion of the frond. D. Cross section of the basal part of the frond. A—D. x 85.

東経 130° 線で採集された プランクトンの分布について

税　所　俊　郎

On the Distribution of Plankton Collected along the Meridian 130° E

Toshio SAISHO

1. 緒　　言

本大学練習船敬天丸は1955年6月～7月の間，セレベス海域でマグロ漁場調査を行い，その帰途，北太平洋の日米加共同観測（NORPAC EXPEDITION）に参加した．此の際東経130°の子午線に沿つて北緯5°より30°に至る間の約1,500浬に亘つて採集されたプランクトンについて調査結果の概略を報告する．

本調査に当つて観測に参加され標本を提供下さつた敬天丸乗組員の方々，及び海況資料を提供して頂いた NORPAC 関係の方に感謝します．

2. 採集及び調査

プランクトンの採集点は全部で14点で，その中，北緯5°から20°迄は4°毎に，北緯20°より30°の間では原則として1°毎に採集した．(Fig. 1)．採集には口径22 cmの北原式ネット（XX No. 13）を使用し，各地点とも50 mから表面迄の垂直曳網を行つた．採集の日時，観測点の海況，プランクトンの沈澱量等は第1表に示した．

3. プランクトンの組成

i) 動物プランクトン

St. Ke 536 より St. Ke 550 に至る全点を通じて動物性の組成には決定的な相違がなく，個体数では最低 230/m³（Ke 543）から最高 2,500/m³（Ke 549）で平均 1,300/m³ であるがその大部分は Copepoda で，次いで Oikopleura, Chaetognatha, Protozoa, 及び種々の甲殻類幼生等が良く出現した．

Copepoda は Ke 536 から Ke 541 の間では *Microsetella*, *Oithona* (*O. nana*

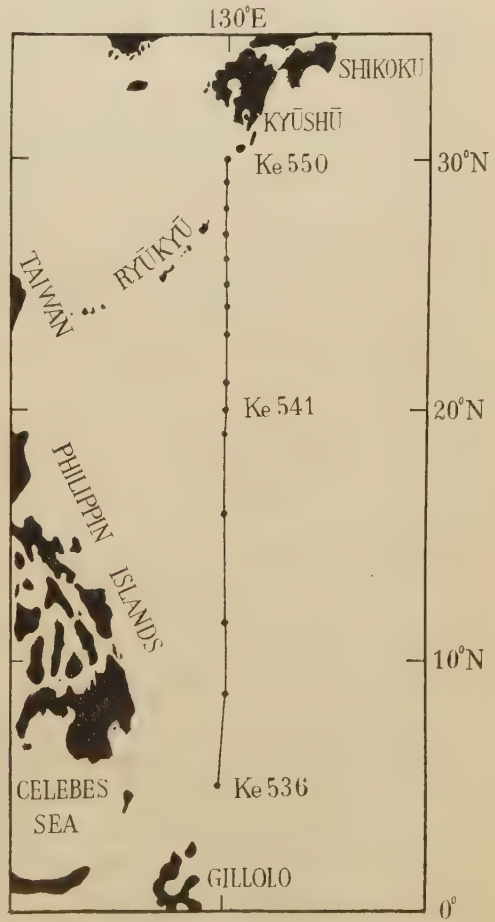


Fig. 1. Chart of the station.

Table 1. Hydrographical data and settling volume.

Station No.	Location		Date 1955	Time	Transparency (m)	Water color	Water temperature		Settling volume (cc)
	Lat.	Long.					surface (°C)	50m (°C)	
Ke 536	4°51′N	129°20′E	VII- 9	1030	37	2	28.6	28.5	3.4
Ke 537	8°25′N	130°08′E	VII-10	1030	39	2	28.9	27.7	2.5
Ke 538	11°58′N	130°01′E	VII-11	1030	36	2	28.6	28.7	4.5
Ke 539	15°24′N	130°07′E	VII-12	1100	30	2	28.8	28.9	3.4
Ke 540	18°50′N	130°05′E	VII-13	0930	41	2	29.2	27.4	7.0
Ke 541	20°00′N	130°00′E	VII-13	1830	35	2	28.4	27.3	7.6
Ke 543	23°03′N	129°58′E	VII-14	1530	38	2	28.5	26.4	2.0
Ke 544	24°01′N	130°00′E	VII-14	2200	—	—	28.2	27.1	7.0
Ke 545	25°02′N	129°56′E	VII-14	0500	—	—	28.0	24.6	4.8
Ke 546	26°00′N	130°00′E	VII-15	1300	39	2	29.2	24.0	11.8
Ke 547	27°00′N	130°00′E	VII-15	2010	—	—	28.3	25.0	2.6
Ke 548	27°59′N	129°50′E	VII-15	0400	—	—	27.9	23.9	7.2
Ke 549	29°00′N	129°51′E	VII-17	1130	19	3	28.6	27.3	12.5
Ke 550	30°02′N	130°11′E	VII-17	2100	—	—	27.7	26.3	8.6

及び *O. similis*), *Oncaea*, *Acartia*, *Corycaeus* 等の比較的小型種が多く見られたが, Ke 543 以北になると大型種の増加がみられ *Calanus*, *Candacia*, *Euchaeta* 等が多くなつた. Chaetognatha は Ke 536～Ke 542 の間では *Sagitta enflata* がよく見られ, Ke 543 以北では更に *S. serratodentata*, *Pterosagitta draco* 等が増加している. 被嚢類では *Oikopleura fusiformis*, *O. cophocera*, *O. rufescens*, *O. longicauda* 等が主で全測点に平均した出現をみせ動物群の主要な組成分をなしている.

Protozoa では *Globigerina bulloides*, *Acanthometron pellucidum*, *Sticholonche zanklea*, *Sphaerozoum geminatum*, *Aulycantha scolymantha*, *Rhabdonella*, *Codonellopsis* 等が普通にみられるものであるが出現状況は不規則である.

その他, 水母類, 翼足類 (主に *Cavolina*, *Clio* 等), 介形類 (主に *Concoechia*), 枝角類 (*Evadne tergestina*, *Podon* sp. *Penilia schmackeri*), 端脚類 (*Hyperia* sp. が主) 等が出現するが何れも数量的には少い.

ii) 鞭藻プランクトン

1 m³ の個体数は平均 530 で最低 30 (Ke 549) から最高 1,300 (Ke 540) の間で変化し二, 三を除いてはその変動の巾は動物プランクトンよりも小さい. *Ceratium* 属が全測点を通じ 70% 以上で圧倒的に多く, 次いで *Pyrocystis* spp., *Dinophysis* spp., *Ornithocercus splendens*, *Amphisolenia bidentata* 等がよくみられた.

Ceratium 属は Ke 536～Ke 546 の附近では *C. gracile*, *C. macroceros*, *C. massiliens*, *C. tripos*, *C. pulchellum*, *C. longissima* 等が多く, Ke 546 以北では *C. tripos*, *C. pulchellum* の他に *C. gibberum*, *C. fusus* 等が多かつた.

Pyrocystis は *Ceratium* に次いで多く, *Pyrocystis pseudonoctiluca* が最も多くて広い分布を示し, 時には鞭藻類の 20～27% にも達した.

Ornithocercus は分布が南方に偏り, Ke 545 以北で非常に少くなり, 同様の事が *Dinophysis* についても云える.

Table 2. The percentage of each groups of plankton to the total.

St. No.	Ke 536	Ke 537	Ke 538	Ke 539	Ke 540	Ke 541	Ke 443	Ke 544	Ke 545	Ke 546	Ke 547	Ke 548	Ke 549	Ke 550
Zooplankton	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Foraminifera	5	2	1	2	3	4	rr	2	rr	rr	rr	rr	—	—
Radiolaria	4	8	4	5	7	5	10	4	rr	7	2	6	4	6
Tintinnoinea	6	5	4	3	4	2	rr	5	rr	3	9	7	2	rr
Siphonophorae	—	—	—	—	—	—	—	rr	—	rr	rr	—	—	—
Other Medusae	rr	—	—	—	—	—	rr	rr	—	—	—	—	—	—
Chaetognatha	2	3	1	1	2	1	8	10	3	4	7	7	6	2
Rotatoria	—	—	—	—	—	—	—	rr	—	rr	rr	—	rr	3
Polychaeta larvae	rr	—	rr	rr	rr	—	rr	—	rr	1	rr	1	rr	1
Pteropoda	rr	rr	—	—	rr	rr	rr	rr	rr	2	rr	rr	2	rr
Other mollusca	—	—	—	—	—	—	—	rr	rr	rr	—	rr	—	rr
Ostracoda	rr	rr	2	rr	1	1	—	—	rr	2	rr	1	rr	4
Amphipoda	rr	rr	—	rr	rr	—	rr	—	—	rr	rr	rr	1	3
Copepoda (large)	12	8	4	14	19	11	35	30	19	42	32	23	25	31
Copepoda (small)	54	62	72	49	53	58	39	38	35	28	38	42	47	33
Nauplius larvae	2	3	1	2	rr	3	1	2	5	2	rr	3	2	2
Other crustcea	4	rr	4	2	2	6	—	2	14	1	5	2	1	8
Thaliacea	rr	rr	rr	—	rr	rr	rr	rr	2	rr	1	rr	rr	2
Appendicularia	8	9	8	12	9	9	7	7	22	8	6	8	10	5
Pelagic eggs	—	rr	—	rr	—	—	rr	rr	—	—	—	rr	rr	—
Pluteus larvae	—	—	—	—	rr	rr	—	rr	—	—	rr	rr	rr	—
Dinoflagellate	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Amphisolenia	rr	2	4	1	1	2	rr	1	rr	2	rr	rr	2	rr
Ornithocercus	2	1	rr	2	1	1	rr	rr	rr	rr	1	rr	2	1
Dinophysis	2	rr	2	rr	4	2	rr	rr	rr	1	rr	rr	rr	rr
Pyrocystis	11	20	17	10	27	8	15	6	12	2	rr	4	12	8
Ceratium	82	73	75	86	63	83	79	91	71	90	95	92	77	75
Peridinium	—	rr	—	—	2	rr	rr	rr	2	rr	rr	1	rr	1
Other dinoflagellates	3	4	2	1	2	4	6	2	15	5	4	3	7	5
Phytoplankton	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Melosiraceae	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	4	—	—	rr
Stephanopixis palmeriana	—	rr	—	4	rr	—	rr	3	2	rr	rr	3	6	rr
Thalassiosira spp.	—	—	—	4col.	—	—	—	—	2col	—	—	—	—	—
Coscinodiscus spp.	14	9	11	8	10	3	7	2	1	6	14	4	7	4
Planktoniella sol	8	6	2	17	13	2	2	4	4	5	3	17	2	5
Asterolampra marylandica	4	3	4	7	3	—	rr	rr	rr	2	rr	rr	1	4
Ethomodiscus Gazellae	rr	—	—	rr	—	—	rr	—	rr	—	—	rr	rr	—
Corethron criophylum	—	—	—	—	—	—	rr	rr	rr	rr	rr	—	—	—
Lauderia borealis	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1	—	—
Leptocylindrus danicus	rr	rr	rr	4	2	—	rr	2	—	rr	rr	1	1	rr

St. No.	Ke 536	Ke 537	Ke 538	Ke 539	Ke 540	Ke 541	Ke 543	Ke 544	Ke 545	Ke 546	Ke 547	Ke 548	Ke 549	Ke 550
Rhizosolenia alata f. *indica*	c	c	c	+	+	c	+	+	—	—	+	c	c	c
Rh. robusta	+	r	r	r	+	—	+	rr	+	r	rr	r	rr	cc
Rh. castracanei	+	—	—	—	rr	+	rr	—	rr	rr	r	r	+	—
Rh. acuminata	rr	rr	rr	+	rr	—	—	+	rr	+	+	rr	—	—
Rh. stolterfothii	— 20	— 37	— 32	rr 22	— 15	— 28	— 22	— 21	rr 45	— 48	— 22	rr 14	— 17	— 38
Rh. setigera	—	—	—	—	rr	—	—	—	—	—	—	rr	—	rr
Rh. imbricata	+	rr	+	r	r	r	—	+	—	—	—	—	r	rr
Rh. calcar-avis	rr	rr	—	—	+	r	r	—	—	r	r	—	rr	rr
Rh. styliformis v. *latissima*	+	c	c	r	r	c	c	c	c	+	rr	rr	—	+
Chaetoceros coarctatus	—	rr	—	rr	rr	—	—	—	—	+	rr	—	—	rr
Ch. pervianus	rr	rr	—	—	—	rr	—	rr	rr	r	rr	r	rr	—
Ch. affinis	rr	rr	—	—	rr	—	—	rr	+	r	r	+	rr	rr
Ch. decipiens	rr 7	— 15	rr 14	— 9	rr 15	+ 11	rr 6	r 20	r 25	rr 11	rr 25	+ 23	+ 10	+ 37
Ch. neapolitanus	—	—	—	—	—	—	rr	—	—	—	—	rr	rr	rr
Ch. curvisetus	—	—	rr	—	—	—	rr	rr	r	+	+	+	r	c
Ch. didymus	r	rr	+	—	rr	rr	rr	r	+	+	+	+	r	+
Ch. spp.	rr	—	rr	rr	rr	—	—	—	rr	—	—	rr	—	—
Climacodium frauenfeldii	+ 4	r 1	r 2	r 8	r 2	c 13	c 11	rr	+ 4	—	c 10	+	r 2	rr
Cl. biconcavum	—	rr	—	r	—	—	—	—	—	—	rr	r	—	—
Streptotheca thamensis	—	rr	—	3	rr	rr	2	3	rr	6	11	2	rr	rr
Ditylum Brightwelli	rr	—	—	4	2	rr	rr	+	1	4	rr	2	3	3
Biddulphia spp.	—	rr	—	5	3	rr	rr	1	3	rr	2	1	rr	2
Hemiaulus Hauckii	+ 6	+ 5	c 9	—	+ 7	+ 5	+ 1	rr 2	rr 4	rr	rr	rr 7	rr	rr
He. sp.	—	rr	—	—	+	rr	rr	r	+	—	—	+	—	rr
Triceratium spp.	rr	—	—	rr	3	—	rr	—	+	2	—	2	—	—
Thalassionema nitzschioides	4	2	1	—	—	rr	3	rr	5	rr	1	2	4	rr
Thalassiothrix frauenfeldii	c 10	r 2	r 2	r 3	+ 6	+ 8	r 3	c 12	+ 2	r 3	r 2	c 14	rr 1	r 2
Thal'x longissima	+	—	—	rr	+	c	rr	+	—	—	rr	rr	—	—
Nitzschia seriata	—	rr	—	—	2	1	1	2	1	—	rr	rr	—	—
Katagnymene sp.	—	—	—	rr	—	rr	+	rr	+	+	rr	—	—	—
Trichodesmium contortum	—	r	rr	—	—	—	+	r	—	rr	—	rr	+	+
Tr. Thiebautii	c 16	c 14	c 23	c 6	+ 17	c 28	— 41	c 28	— 2	+ 13	r 6	+ 7	+ 46	+ 5
Tr. erythraeum	cc +	c +	c +	c cc	cc cc	+ r	+ r	+ r	+ r	r	rr	+	+	
Tr. sp.	rr	—	rr	rr	rr	rr	rr	+	—	—	rr	rr	—	—

CC : very common, C : common, + : present, r : rare, rr : very rare.

Table 3. The individual number of each plankton groups in 1 m^3 sea water.

St. / Group	Ke 536	Ke 537	Ke 538	Ke 539	Ke 540	Ke 541	Ke 543	Ke 544	Ke 545	Ke 546	Ke 547	Ke 548	Ke 549	Ke 550	average
Zooplankton	1400	750	1650	920	1400	1380	230	1840	830	1930	1800	830	2500	750	1310
Dinoflagellata	200	870	600	440	1300	700	950	200	540	800	150	450	30	190	530
Phytoplankton	7400	11000	9700	6300	12800	6500	2900	12100	7200	3500	1300	15000	8700	2500	6250

iii) 植物プランクトン

個体数は 1,300/m^3 (Ke 549) から最高 15,000/m^3 (Ke 548) で変化し，平均 6,250/m^3 であつた.

主として *Rhizosolenia, Chaetoceros, Trichodesmium* 及びその他の少数種類から構成されている.

Trichodesmium は多少とも全測点で見られ，70/m^3(Ke 546) から 4,700/m^3(Ke 549) の間で分布し平均 1,200 個体であつた．出現するのは主に *T. Thiebauti* と *T. erythraeum* で，*T. contortum* は少ない．又 *Katagnymene spiralis* が極く少量であるが Ke 530 から Ke 547 にかけてその分布が見られた.

珪藻類は *Rhizosolenia* と *Chaetoceros* に次いで *Coscinodiscus, Planktoniella sol, Asterolampra marylandica, Climacodium, Thalassiothrix* 等の順で出現する.

本邦近海で普通に出現が見られる *Nitzchia seriata, Bacteriastrum, Skeletonema* は極めて少いか，殆んどみられなかつた.

Rhizosolenia 属では *Rh. styliformis* var. *latissima* が最も多く次いで *Rh. alata, Rh. calcar avis, Rh. setigera* 等が主で特に Ke 536～Ke 543 の間では *Rh. styliformis* の支配力が大きかつた．*Chaetoceros* では *Ch. coarctatus, Ch. pervianus, Ch. messanensis, Ch. affnmis* が広い分布を示し，*Ch. lorenzianus* 及び *Ch. didymus* が琉球近海で増加を見せた.

Climacodium biconcavum, Hemiaulus Hauckii, Planktoniella sol, Streptotheca thamensis 等が出現しているが，これは相川[1]が南方黒汐流の珪藻の特性として多少とも出現することを述べているのに一致している.

Résumé

14 Stations along the meridian 130° E between 5° N and 30° N were occupied by the training ship Keiten-maru during her cruise of the NORPAC EXPEDITION in July 1955. Plankton samples were collected by vertical (0～50 m) haulings of a net of No. 13 bolting silk.

Volume of plankton was measured by the settling method and number of organisms was counted. As shown in table, the settling volume of plankton was largest at the St. Ke 546 (12.5 cc) near Kyūshū, and smallest at St. Ke 543 (2.0 cc) near Rasa Is. The number of zooplankton organisms varied between 230/m^3 (St. Ke 543) and 2,500/m^3 (St. Ke 549), dinoflagellates between 30/m^3 (St. Ke 549) and 1,300/m^3 (St. Ke 540), and phytoplankton between 1,300/m^3 (St. Ke 547) and 15,000/m^3 (St. Ke 548).

As is indicated in table, the following groups of organisms are the important constituent.

Zooplankton : Copepoda, Appendicularia, Protozoa, Chaetognatha
Dinoflagellata : *Ceratium, Dinophysis, Ornithocercus*
Phytoplankton : *Rhizosolenia, Chaetoceros, Trichodesmium* and some others (*Coscinodiscus, Thalassiothrix, Climacodium* etc.)

参 考 文 献

1．相川広秋（1936）：本邦近海主要海区の浮游生物学的特性．日本水産学会誌．Vol. 5, No. 1.

魚類内臓酵素作用の研究

越智通秋

Studies on the Enzymatic Action of the Internal Organs of Fishes

Michitoshi Ochi

緒言

魚肉保蔵，魚廃物利用の立場から魚類の内臓酵素力について実験した．

従来これらの研究は非常に多いが，さらに各魚種・内臓部位等による活性の程度を一層認知することは水産物加工の本質上特に必要と考えた．

従て本実験に供した酵素液は魚類内臓より抽出調製した直接粗液で，これをトリプシン様酵素液と考えて実験を進めた．

実験 A. 酵素作用力の測定

I 酵素液の調製

内臓（幽門垂，胃部，腸部，pH 5.6～5.8）を摘出し細切，磨砕して抽出用水をその5倍及び10倍量となるように加え，pH 5.8～6.4 に保ち室温（約 15°C）にて 7～10 日間の消化を行つた．この溶液を遠心，濾過して適宜稀釈し試料酵素液とした．

魚種は主に薩南海区産のサバを用い，カツオその他を比較試料とした．

II 酵素作用力測定方法

0.1 % カゼイン溶液 5 cc に対し，以上の酵素液を pH 6.8～7.0 に調整して，2 の階乗的倍率で稀釈したもの 5 cc を加えて 10 cc 容に一定し，1 時間 38°C 又は 40°C にて処理した後，これに硝酸硫酸マグネシウム混液 0.5 cc を添加し，未消化白濁の有無を検し，消化し得た酵素液の最少量を求めた．

蛋白質分解酵素量単位は 1 g の酵素試料が 1 g のカゼインを 40°C，1 時間にて完全に消化したとき，この試料の分解酵素量を 100 とする表示法によることにした．

Table 1. The enzymatic action of the internal organs of several fishes.

Sample	Digest. ratio casein %	Sample	Digest. ratio casein %
Seriola spinosus ブリ	32.1	*Evynnis japonica* 小ダイ	57.6
Katsuwonus pelamis カツオ	115.2	*Euthyopteroma virgatum* イトヨリ	57.6
Auxis tapeinosoma ソーダガツオ	115.2	*Pleuronichthys cornutus* カレイ	57.6
Scomber japonicus サバ	230.4	*Octopus vulgaris* タコ	14.4
Sardinops melanostica マイワシ	230.4	*Coscinasterias acutespina Stimpson* ヤツデヒトデ	460.8

結　　果

1．数種の魚類の内臓酵素作用力

これらの内臓酵素液を pH 6.8～7.0 に調整して上述測定法（38°C）によつた．その結果は第1表の通りである．

以上の結果によると俗に謂う「青もの」の酵素力は一段と強く，サバ，イワシは明かに之を示した．

2．内臓部位別の酵素作用力

次いで内臓を各部位毎に区分して上述と同様に酵素液を抽出し，pH 6.4～6.8 に調整して 38°C で1時間消化した．魚種は最も活性を強く示したサバ内臓部位を仕別けして得た酵素液を用いた．その結果は第2表の通りである．

Table 2. The enzymatic action in the parts of internal organs. (Mackerel)

Organ	Digest. ratio casein %	Organ	Digest. ratio casein %
Heart	0	Stomach	57.6
Liver	7.2	Intestine	115.2
Pyloric coeca	230.4	All parts	230.4

以上の結果から幽門垂の消化力は周知のように大きく，これと全く同等に内臓全部よりの抽出液の消化力が大きいことがわかる．これは幽門垂の作用が内臓全域に重要生理作用を営むものだろうと考える．

〔一般に不鮮原料の兆しは腹割れに始まる，而も幽門垂部位が当初に目立つのも当然と肯ける．又一方塩辛等加工に幽門垂を特に加える意味は此の消化力に俟つところが大きく次で呈味成分助長にあるのではないかと思う，ニシン身欠・カツオ節加工の際等これを捨てる場合が多い．〕

3．pH の変化に伴う酵素作用力

試料酵素液はサバ内臓（幽門垂・胃・腸）を5倍量の水で抽出したもの「A」，10倍量の水で抽出したもの「B」の2種を pH 6.2 で 10 日間，室温（約 15°C）で消化せしめたものより採り，これを pH 4～11 までに調整区分して試料とし，前実験同様カゼインに用い 40°C で測定した．（pH 4 以上は魚肉自然変性の経過上からとペプシン様酵素とを考えて一応除外した）その結果は第3表及び第1図の通りである．

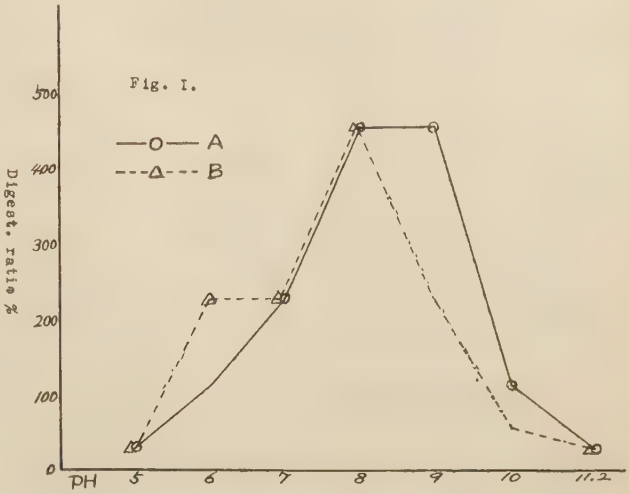
Table 3. The ranges of the enzymatic action on various pH.

pH	Digest. ratio casein %	
	A	B
Blank	115.2	230.4
4	ppt.	ppt.
5	28.8	28.8
6	115.2	230.4
7	230.4	230.4
8	460.8	460.8
9	460.8	230.4
10	115.2	57.6
11.2	28.8	28.8

以上の結果は，これら内臓酵素作用は pH 8～9 が最大を示した．この間に最高値があるものと思う．これは又魚類の生活環境である海水 pH が 8.2 内外であることにも符合するような至適 pH だとも考えた．

但しAクラスがBクラスより急増したのは抽出濃度の差異が以後の消化速度に影響したものか或は実験誤差かとも考えたが同一経過と思つている.

〔魚肉鮮度の落ちかかつた進度は可成加速度的なことを示し，このことが pH の測定で察知し得ることを改めて示していると思う.〕

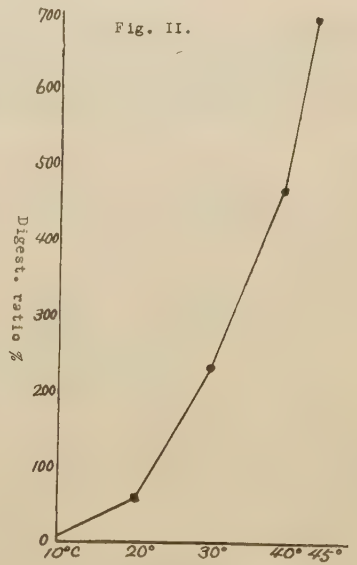


4．温度の変化に伴う酵素作用力

内臓酵素作用の至適 pH は 8～9 であることを認めたので前記抽出酵素液「B」を pH 8.0 に調整した試料を，同様カゼインに作用せしめて温度による変化を求め第4表及び第2図の結果を得た.

Table 4. The enzymatic action on the variation of temperature.

Temp. ℃	Digest. ratio casein %
10	7.2
20	57.6
30	230.4
40	460.8
45	691.2



以上において 10～20°C は夏季以外の室温，30°C は南方漁獲時，45°C は盛夏日射下温度を想定した.

その結果は 10～20°C 間はやや緩慢であるが 20～30°C では 20°C の場合の 2 倍半，30～40°C においては約5倍，40～45°C の僅か 5°C 間においても約5倍の消化成績を示したことになる.

〔このことは漁獲物処理時の急冷効果を示し又特に不鮮原料での加熱加工或は乾燥時に際して品質変化の影響が著大である結果と附会すると思う.〕

実験 B.　塩蔵・冷蔵時等における酵素作用力

次に実験Aにて得た酵素作用力を抑制する方法の実験として，その一端である塩蔵・冷蔵法に準じて酵素作用を測定した．これら氷蔵・凍結は学部設備によつた．この作用期間の経過及び当日気温等は第5表の通りであつた.

I　酵素液

実験Aにての酵素抽出液中最も作用力が大きかつたサバ幽門垂（抽出 pH 6.4）を調製し 1/20 濃度として用いた.

II　試料基質

先ず基準として 2% カゼイン溶液（pH≒7.4）を用いて試験し，次いでサバ・アラ・ヒラアジの鮮肉（pH≒5.8）を 1% 濃度になるよう次記のように調製した.

Table 5. Season and atmospheric temperature

Section days	Season	Temp. °C. min.	Temp. °C. max.
0	Feb. 9	7	14
5	14	4	12
11	20	8	9
16	25	8	15
18	27	—	17
23	Mar. 3	13	19
Ave. ≒		8	14.3

各鮮肉を5 g宛とり，これに常法により 5% NaCl (0.02 M, $NaHCO_3$) を加えて 300 cc となし，均一化して更に 500 cc として，この濾液を鮮肉による基質とした.

III　酵素作用力測定方法

1．基準としてのカゼインに対する測定は 2% カゼイン 200 cc+1/20 酵素液 40 cc から 5 cc 宛試験管にとり，これに塩蔵目的試料には食塩を 3～25% 量加えたものを室温，氷冷室，凍結保蔵して測定することにした.

2．鮮肉基質に対する測定は上記　鮮肉濾液+1/20 酵素液 40 cc から 5 cc 宛試験管にとつて基準カゼインのときと同様同時に処理して測定した.

測定成績は以上を所定期間各区で作用せしめた後，常法に従い TCA で除蛋白し，その濾液について Tyrosin 量を Folin 試薬により比色（フィルター 660 mμ）し，その示度数を標準曲線[1]に照合して求め得た指数で各消化度を表示することにした.

結　　果

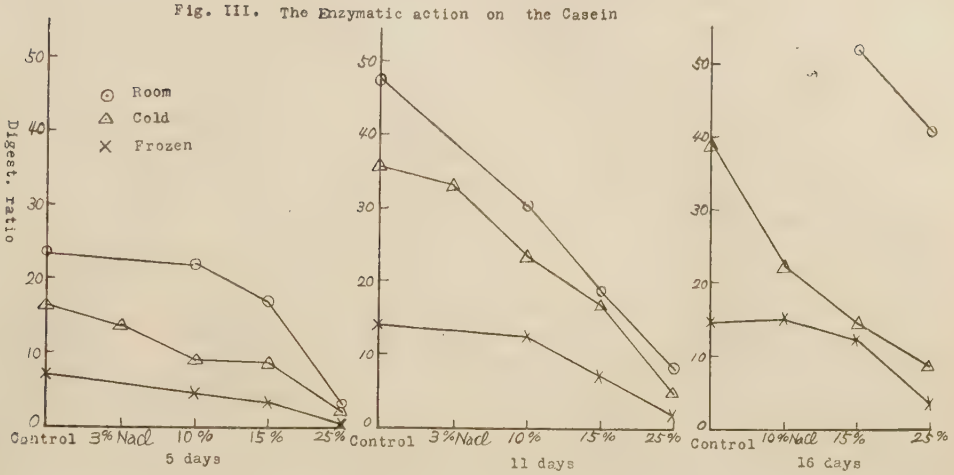
1．カゼイン基質に対する対照，塩蔵，冷蔵による酵素作用の測定結果は第6表及び第3図の通りである.

Table 6. The enzymatie action for the casein on the salting and cold storage.

Temp.	Section \ Days	0	5	11	18
Room temp. ≒15°C	Coutrol	0	23.5(100.0)	47.5(100.0)	—
	Add. 10% NaCl		22.1 (94.0)	30.5 (64.2)	—
	〃 15 〃		16.8 (71.4)	18.7 (39.3)	52.3
	〃 25 〃		3.0 (12.7)	8.3 (17.4)	36.0
Cold room ≒ 7°C	Control	0	16.3(100.6)	35.5(100.0)	39.1(100.0)
	Add. 3% NaCl		13.8 (84.0)	33.1 (93.2)	—
	〃 10 〃		9.1 (55.8)	23.5 (66.1)	22.1 (56.5)
	〃 15 〃		8.9 (54.6)	17.0 (47.8)	14.8 (37.8)
	〃 25 〃		2.2 (13.4)	5.0 (14.0)	8.9 (22.7)
Frozen ≒−17°C	Control	0	7.0(100.0)	14.2(100.0)	14.7(100.0)
	Add. 10% NaCl		4.5 (64.0)	12.5 (88.0)	15.3(104.0)
	〃 15 〃		3.3 (47.1)	7.3 (51.4)	12.5 (85.0)
	〃 25 〃		0.5 (7.1)	1.8 (12.6)	3.3 (20.4)

上表によれば

Fig. III. The Enzymatic action on the Casein



(1) 室温放置のものは全試料共5日目に示した成績の2倍値を示した，16日目の試料は変敗明かで測定しなかつた．又10％の加塩試料も11日目は5日目の1.5倍値に進んで此の程度の加塩では余り抑止できないことを示した．又15％，25％加塩試料と雖も室温では著しく消化は進む結果を示し，酵素作用は加塩量の増加のみでは抑止できないことが分つた．

(2) 冷室保存のものは当然室温のものよりも遙かに抑止されると予期したが，実験期間が低気温に終始したためか5日目の試料は室温のものよりずつと低位を保つたが11日目に到つてはそんなに差がなくなり以後その程度で安定した成績を示した．特に加塩試料は軽度の冷温保存で抑止効果があることを示したと思う．

(3) 凍結によるものは11日目において5日目試料の約2倍値を示し，この値は16日目に到るも略同程度であることは一応抑止安定したものと思う．而して −17°C 程度の緩慢凍結の場合に於て徐々に消化作用が進むことは無塩試料が之を示していると思う．

(4) 塩蔵による抑制効果は，25％加塩試料に限りその5日目までは室温，冷室，凍結の3条件下にて共に極めて近似の抑止成績を示したが以後時日の経過と共に緩慢上昇を示している．

Table 7. The enzymatic action on the fresh fish meat.

(1) On the meat of *Scomber japnnicus* (Saba) (Total protein … 19.40％)

Temp.	Section \ Days	0	5	11	16
Room temp. ÷15°C	Control	0	5.9(100.0)	—	—
	Add. 10％ NaCl		4.3 (72.8)	5.2	—
	〃 15 〃		3 3 (55.7)	5.0	8.0
	〃 25 〃		1.7 (28.8)	2.7	5.7
Cold room ÷ 7°C	Control	0	5.9(100.0)	—	—
	Add. 3％ NaCl		5.2 (88.1)	—	—
	〃 10 〃		4.2 (71.1)	4.8	5.4
	〃 15 〃		5.2 (54.2)	4.0	4.3
	〃 25 〃		1.5 (25.4)	1.7	1.5
Frozen ÷−17°C	Control	0	2.7(100.0)	4.2(100.0)	5.2(100.0)
	Add. 10％ NaCl		2.1 (77.7)	3.3(78.5)	4.3 (82.6)
	〃 15 〃		1.5 (55.5)	2.5(59.5)	3.2 (61.5)
	〃 25 〃		0.9 (33.3)	1.2(28.5)	1.3 (25.0)

(2) On the meat of *Niphon spinosus* (Ara) (Total protein … 12.00%)

Temp.	Section \ Days	0	5	11	16
Room temp. ≒15°C	Control	0	5.3(100.0)	5.5(100.0)	—
	Add. 10% NaCl		3.5 (66.0)	4.8 (87.3)	9.2
	〃 15 〃		2.8 (52.8)	4.2 (76.3)	8.0
	〃 25 〃		1.5 (28.3)	2.5 (45.4)	4.7
Cold room ≒ 7°C	Control	0	—	—	—
	Add. 3% NaCl		4.3	—	—
	〃 10 〃		3.7	4.3	—
	〃 15 〃		2.8	3.7	2.6
	〃 25 〃		1.2	2.0	2.3
Frozen ≒−17°C	Control	0	2.5(100.0)	3.2(100.0)	4.3(100.0)
	Add. 10% NaCl		2.0 (80.0)	3.0 (93.7)	3.0 (69.7)
	〃 15 〃		1.2 (48.0)	2.0 (62.5)	2.8 (65.1)
	〃 25 〃		—	1 0 (31.2)	1.2 (27.9)

(3) On the meat of *Caranx eguula* (Kaiwari) (Total protein … 13.20%)

Temp.	Section \ Days	0	5	11	16
Room temp. ≒15°C	Control	0	2.2(100.0)	2.2(100.0)	—
	Add. 10% NaCl		2.0 (90.9)	1.2 (54.5)	1.5
	〃 15 〃		2.6 (118)	1.0 (45.4)	1.2
	〃 25 〃		1.0 (45.4)	1.0 (45.4)	2.0
Cold room ≒ 7°C	Control	0	2.0(100.0)		
	Add. 3% NaCl		—		
	〃 10 〃		1.7 (85.0)		2.0
	〃 15 〃		0.5 (25.0)		0.7
	〃 25 〃		0.5 (25.0)		0.6
Frozen ≒−17°C	Control	0	1.5(100.0)	—	1.2(100.0)
	Add. 10% NaCl		1.0 (66 0)	0.5	1.0 (83.3)
	〃 15 〃		0 (0)	0.8	1.0 (83.3)
	〃 25 〃		0 (0)	0	0 (0)

即ち短期間は大体に於て抑止されることが分るが，15% 以下の加塩量で消化を抑制するために低温保存に俟たねばならぬこと分かる．

2．数種の鮮魚肉基質に対する対照，塩蔵，冷蔵における酵素作用の測定結果は第7表及び第4図の通りである．

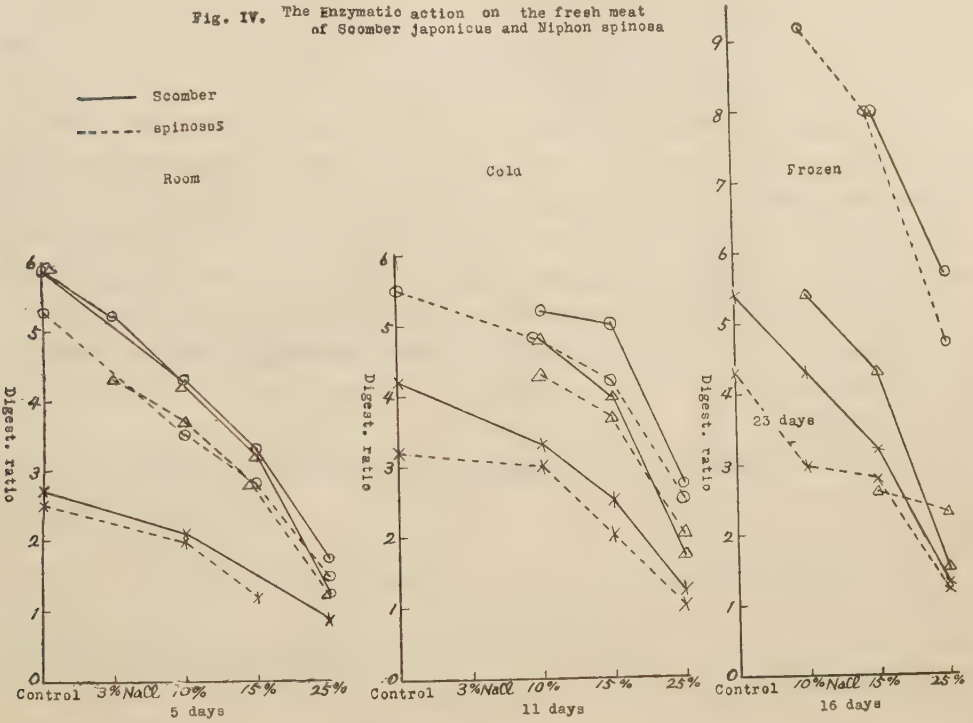
以上の結果については，魚肉そのものの酵素作用はこれを考慮に入れないことにした．赤肉魚と考えてサバ肉を，白肉魚としてカイワリ（アラ），その中間色肉としてヒラアジを試料にえらんで用いた．

(1) 魚肉の種類によつて明かに酵素作用の差があることが示された．赤肉系のサバは後二者より常に上位の作用成績であつた．即ち室温，冷室においても塩蔵によつても上位を示すことはサバ肉本来の酵素力その他組成が異常であることを示すのではないかと考えた．但し凍結のみは近似的であつた．

〔溝鉾原料としてサバは不適原料とされ時に少量添加用とされ，アラの如きは最も適する魚肉であるが高値のため用いられないだけである．〕

(2) 塩蔵効果はカゼイン基質についての結果と同様に作用時日の経過に伴い，当初5日目に表われて来なかつた効果が11日目からは表われて来ている．加塩量の差異による成績は漸く15% 加塩において効果の緒を表わし始めていると思う．

Fig. IV. The Enzymatic action on the fresh meat of Scomber japonicus and Niphon spinosa



(3) 特に凍結によるもののうち加塩試料は期せずして抑止効果を示したが無塩試料は著しい消化をみた.

摘　　要

魚肉及びその廃物利用の立場から数種の魚類の内臓より抽出した酵素液の作用について研究した. そしてその反面これらの酵素作用を鮮魚肉に試み抑制する実験をした. この酵素作用はトリプシン様酵素と考えて用いたがその結果は次の通りであつた.

(1) 試料に用いた魚種の範囲ではその酵素作用力はサバが著大でカツオが之に次いだ. 此の結果は著者が先きに認知していたこと及び一般の経験と充分一致した.

(2) 内臓部位別にその酵素作用力をサバについて測定した結果, 幽門垂, 腸及び内臓全部よりのものが最大値を示し, カツオ幽門垂も之についだ.

(3) 酵素作用力に対する pH の影響では 8～9 が特に大きく, 之は魚類の生活環境たる海水 pH に符合すると考えた.

(4) 温度による変化を 10～45°C 間で求めたが, この経過は夏季を除く通常気温に該当する 10～20°C 間ではやや緩慢であるが, 20～30°C では 20°C 時の 2 倍半, 30～40°C では約 5 倍, 40～45°C の 5°C 間ですら約 5 倍の消化度を明示した.

酵素作用抑制の実験として鮮魚肉（サバ, アラ, カイワリ俗にヒラアジ）を基質としてこれにサバ幽門垂よりの酵素液を作用せしめた. 尤も魚肉そのものの酵素作用は考慮に加えず行つたがその結果は次の通りであつた.

（1）室温放置では実験実施時のような外気温 15°C 前後の場合は 5 日目位までは放置試料も加塩試料も大差かないが，10日間を過ぎると差が大きくなつて来る．勿論 20°C を越えた場合大差ができることは摘要（4）で容易に想像される．

（2）加塩量による効果は3％量は殆ど関係がない．10％量加塩のものも抑制的効果は極めて弱く，15％量において稍塩蔵の意義に副い始め25％以上でなければ抑止困難な経過を示した．又加塩量のみを増大しても温度の影響はそれを上廻ることあるを推知せしめた．

（3）凍結によるときはその抑止効果が相当と考えた．実際その成績をみたが，加塩試料の場合確実で，加塩しない試料は意外に強度の作用を受けることを示した．之はもとより−17°C 程度の緩慢凍結では徐々に作用が進むものと考えられる．

（4）其他の考察： これらのことは北洋（気温約10°C）漁獲物に塩蔵処理を，南方では魚種にも関係するが専ら低温処理を妥当として実施せられ，又塩蔵魚と雖も冷温保蔵が通常とされるのは当を得たものと考える．

又魚類燻製の本来の冷燻が 20°C 以下の連続処理も以上の酵素作用の理と符合する．

又カツオ漁の海水氷は氷冷効果が主であることも察知出来るし，このままでは3週間の保蔵は相当無理なこととも思われる．

又20％加塩程度では長期塩蔵が困難なことをも示し塩醤品加工と思い合せることができる．

又燻製における石灰漬は 20°C 以下で行うが安全とされているが，これは pH の関係よりも温度による影響の方が大きいことを示していると思う．又脱灰時に此の内臓酵素を用いた場合，温度によつて相当の差異を生ずることが推察される．

以上により酵素作用力を通じて鮮魚保持，加工理念への実験結果の一端を示し得たと思う．

終りに本実験について助言を賜つた高田幸二教授，終始実験を担当して下さつた永吉秀夫氏，その他当教室各位及び試料をお寄せ下さつた枕崎水高西村行男教諭及び当学部田ノ上助教授に感謝致します．

Résumé

For the purpose of finding a further method to utilize fish-meat and waste, some researches were done about the enzymatic actions upon the internal organs of several fishes.

Namely, about the restraining effect of salting and cold storage over these enzymatic actions, some practical estimations were carried out. As the result of the estimations, the following items were clarified.

1. Among the various kinds of fishes, the mackerel and sardine was fixed to be most vulnerable to the effect of the enzymatic action, bonito following this.

2. As to the parts of internal organs, it was at pyloric coeca and intestines that the action showed the highest effect.

3. As to the range of pH it was most effective when pH showed 8, which was considered to be corresponding to the measure of pH intrinsic to the sea-water.

4. As to the variation of temp., within the limit of 10～45°C, beyond 20°C the action suddenly began to gain access to considerable amount, reaching its max. at 45°C. This phenomenon suggested to the writer the difficulty inevitably accompanied to the curing of dried matter in mid-summer under the blazing sunshine.

5. As to the effect of the action over the fresh fish-meat, beyond 10°C, even the salted one became more and more vulnerable to it.

6. Freezing showed an almost complete restrictive power to it.

7. In case of salted matter, it was fixed that its storing-power was not effective to the action unless under more than 15% NaCl.

8. This enzymatic action was considered to have enough applicability to be adapted to the deliming in the process of tannage.

参 考 文 献

（1） 江上外6名：標準生化学実験 P. 207 (1953)

鮭　卵　の　研　究　補　遺

卵の滲透圧と卵膜の破壊について*

高　田　幸　二

A Supplement of the Studies of the Salmon Eggs

——Consideration of the Osmotic Pressure and the Destruction of the Eggs——

Koji Takada

ま　え　が　き

魚卵膜の破壊に対する重圧の影響を知ることは，魚卵製品及び受精卵の取扱並びに，これの輸送についても重要な事柄である．武田は鮭卵の孵化中に発生する腐乱病の診断法の一方法として，これらの卵に重圧を加え卵膜の破壊と重圧の程度より卵の病状とその進行度との関係を詳しく調べている．

余は鮭卵の生化学並びに膠質学的研究中に各種塩類に対する滲透状況とその卵の膨化，縮化の状態，卵内容の氷点降下度を測定した．この氷点降下度（Δ）より卵内容物の滲透圧と卵膜の破壊との関係を調べた故ここに記する．

魚卵の氷点降下度について

魚卵の Δ を示すものは，その内容物であつて，魚の仔魚発生に必要なる化学成分は勿論のこと一般生体細胞成分である有機，無機化合物を含んでいる．

これらの卵構成成分は何れも大なり小なり各個はその状態により Δ を示すものであつて，卵の Δ はこれが総合せられたものとして現われて来る．

魚の Δ については淡水魚，鹹水魚合計 20 数種のものの血液について調べられているが，魚卵については数種類で然も淡水魚である鮭鱒類について行われているに過ぎない．すなわち次の通りである．

Salmo salvellinus		$\Delta = 0.599$
Forelle	（学名不明）	$\Delta = 0.49$
Onchorrhyncus keta	（受精卵）	$\Delta = 0.43$

氷点降下度と卵内容物中の塩類濃度

分子氷点降下度は水の場合には 1 g 分子について 1.87°C であつてこの値は溶質量とその分子量とに関係するもので，このことから溶質の分子量を求めることができる．すなわち Rault の法則によれば，

* 本報の一部は日本水産学会北海道支部例会（1951 年）にて発表．

(1) $M = \frac{CB}{\Delta}$

M：分子量
B：分子氷点降下度
C：溶質の濃度

更にこの式を変形して或る濃度の溶液については，

$$\frac{\Delta}{B} = \frac{C}{M}$$

の関係があり溶液の分子量が求められる．

而してこれらの関係は非電解質の場合に適用せられるが，電解質の場合には，

(2) $\Delta = Bi\frac{C}{M}$ i：Vant' Hoff 係数

であつて i は各種の物質によつて多少その値が異なり，また同一物でも濃度により差がある．

Δ より鮭卵の塩類濃度の算出

鮭卵の Δ を 0.43 とし，この場合塩類を仮りに NaCl のみと見做すことにして，塩類濃度を求むるために次の値を (1) 式に代入すれば，

Δ：（卵の氷点降下度）	0.43°C	i：（NaCl のイオン化係数）	1.90
B：（水の分子氷点降下度）	1.87°C	C：求めんとする塩の濃度	
M：（NaCl の分子量）	58.5 g		

$\Delta = 0.43$ に相当する濃度は，

$$C = 7.08\,\mathrm{g}$$

すなわち NaCl として水 1 l 中に約 7.0 g を含むことになる．

また，次の関係式からも塩類濃度（規定）を算出し得る．

$\Delta = iBN$ N：規定濃度

この式より規定濃度を求むれば，

$$N = 0.121$$

すなわち NaCl として約 0.12 規定の濃度となる．この値から 1 l 中の NaCl の含有量を算出すれば約 7 g となり前に得た 7g とよく一致する．

卵の滲透圧について

Vant' Hoff の法則によれば

(3) $P = iRTN$

P：	滲透圧	
R：	気体恒数	(0.082)
T：	絶対温度	(273°C)
N：	規定濃度数	(0.12)
i：	イオン化係数	(1.9)

また

$P = iRT\frac{C}{M}$

C：	濃度(溶質の g 数)	(7 g/l)
M：	分子量	(58.5 g)

この (3) 式に $N = 0.12$ を代入して P を求むれば，（水温 10°C とする）

$$P \fallingdotseq 5.3 \text{ 気圧}$$

この値を重量に換算すれば　5.48 kg ≒ 5.5 kg　となる．

また

$$P = \frac{RT}{B}\Delta$$

である故に，この式から　P を求むれば，

$$P \fallingdotseq 5.3 \quad \text{気圧}$$

となり前の式にて算出のものと一致する．

依つて魚卵の滲透圧は 5.3 気圧であつて 5.5 kg の重量に相当する．

水中にあるときの魚卵の滲透圧

前述の Δ は魚卵の内容を取り出しそれによつて測定したもので水中での Δ ではない．卵の漬つている河水の Δ を 0.02 とする時は卵との間には 0.43−0.02 で魚卵の水中での Δ は 0.41 となる．この滲透圧を算出する時は約 5.0 気圧となり，この状態にて卵と河水との間に平衡が保たれている．而して卵と河水中の塩類の交換乃至は卵中への塩の滲透は次に述べる Donnan の膜平衡によつて説明せられる．

卵と Donnan の膜平衡

Donnan の膜平衡の理論によれば或る一つの溶液を一つの半透膜で界をなし二つに分ける時一方には膠質物で膜を透過しないものがあり，両方の液とも同じように塩類が在る時はこれら両方の間にはイオンの濃度が異なる状態にて平衡を保つのである．そこで今卵を水中に投入した時の状態を考えれば，卵中には蛋白質その他の膠質物と塩類が存するが，この中で塩類のみが卵膜を透過し得るのみで膠質物は卵内に止まる．また水中には各種の塩類が溶けている故これらはイオンの形のものは卵膜を透過することができる．この様な状態を考える時前述の Donnan の膜平衡の理論があてはまる．

卵を水中に投入したる場合卵内の蛋白質その他の不透過性物質は卵内に止まる，またその中に存在する塩類は仔魚発生に必要なる分量を含み且つ蛋白質との理化学的作用によつて膜の外部に滲透することなく，卵は仔魚の発生のため細胞分裂の結果むしろ外部すなわち河水中より溶在している塩類を要求するようになると思われる．それで卵を水中に投入したる後平衡状態になつたときのイオンの分配を考えて見ると，(仮りに卵内および河水中の塩類を NaCl のみとする)

卵	内	G^+(膠状物)	Na^+	Cl^-
河	水		Na^+	Cl^-

而して河水中の Na^+, Cl^- が或る量だけ卵内に滲透したとする，それを x にて表わせばイオンの分配は次の通りである．またこの平衡状態を式にて示せば

卵内	河水
$G^+\cdots C_I$	$Na^+\cdots C_{II}$
$Cl^-\cdots C_I$	$Cl^-\cdots C_{II}$

平衡状態前

卵内	河水
$G^+\cdots C_I$	
$Cl^-\cdots C_I+x$	$Cl^-\cdots C_{II}-x$
$Na^+\cdots x$	$Na^+\cdots C_{II}-x$

平衡状態後

$$[Cl^-]_I = x \quad [Na^+]_I = C_I + x \quad [G^+] = C_I$$
$$[Cl^-]_{II} = C_2 - x \quad [Na^+]_{II} = C_2 - x$$

但し
C_I：卵内の ion 濃度
C_{II}：河水の ion 濃度
x：河水より卵内に滲透した ion 量

とすれば次式を得る．

$$x(C_I + x) = (C_{II} - x)^2$$
$$\therefore \ x = \frac{C_{II}^2}{C_I + 2C_{II}}$$

卵の塩類の濃度 C_I を 0.12 N, 河水の塩類濃度 C_{II} を 0.056 N. とする時イオンの滲透量 x を求むれば

$$x = 0.000239 \fallingdotseq 0.00024$$

となり卵内へ河水から 約0.00024 N のイオンが滲入することになる．

卵膜の破壊と滲透圧の考察

健全なる孵化卵に重圧を加える時大体 6 kg の重量に相当する圧力にて卵膜は破壊する，ところが卵の Δ より算出した滲透圧は約 5.5 kg の重量に相当する．また水中に存する時は河水の滲透圧との差だけ減少した値，すなわち 5.1 kg に相当の圧力をもつて常に平衡を保つている．卵に重圧を加えて卵膜の破壊する重量は 6 kg に相当する故水中卵の滲透圧 5.1 kg に対して約 1 kg の差がある，これはとりもなおさず卵の滲透圧より 1 kg に相当するだけ卵膜が強力になり抵抗力を増していることになる．この事は水中に卵のある時，外界に対する卵の安全性を増し保護上重要な事柄であるばかりでなく，外界からの塩類の滲透および，Donnan の膜平衡と卵膜の緊張性にも関連のある問題である．

また武田は卵膜腐乱病のものは，病原菌により卵膜がおかされているために，4 kg 以下の重圧にても容易に卵膜を破壊することができるといつている．また病気の進行したものは単に移動するばかりにても破壊する事も見ている．これによりこれらの卵膜は何れも 4 kg 以下の強さである事が知られる．

卵の灰分と氷点降下度より算出の灰分について

Δ より算出せる塩類濃度は NaCl として 0.12 N, すなわち 7g/l であることは既に述べた．よつてこの値から卵 1 個中に含まれる灰分を算出してみた．

卵の容積は平均 0.19 ml である．今算出の都合上，仮りに卵の容積を 0.2 ml であるとすれば NaCl が 7 g/l である故 1 ml 中にては 7 mg となり，卵の容積 0.2 ml 中には 1.4 mg となる．

灰分についての考察

余の研究で卵 1 個中の灰分は 2.6 mg であることは既に発表してある．この値と Δ より算出した値 1.4 mg との間に相当の開きがある．これは算出値は塩類を NaCl としたためで，生活している卵中には他になお多数の無機化合物例えば K, Ca, Fe 等，SO_4, PO_4 等を含みかつま

た普通灰分定量の場合酸化物等として定量する故に重量は増大する．この 1.4 mg 中には卵膜の灰分は含まれていない，仮りにこの灰分中に卵膜の灰分量を加えてもその増加は僅少であるゆえ，実測と計算との間には相当大きい開きがあるようであり，実験の誤差ばかりでないように思われる，この点はなお一考を要する．

む す び

鮭卵の氷点降下度より滲透圧を算出しその値の妥当であることを調べ，また卵の水中に於ける塩類の平衡状態を Donnan の膜平衡から，尚卵1個中の灰分量を実測と計算上の値とを比較考察した．

Résumé

With the help of a theoretical accounting, the tenacity of the fertilized egg membrane of salmon, equivalent to the one got from the actual measurement, was searched out.

According to the former researching paper, the tenacity of the fertilized egg membrane of salmon was fixed to be more than 5.5 kg.

Conversely, by making an accounting on the basis of Δ derived from the contents of the egg, the writer got the osmotic pressure value 5.3 atm. pressure.

From this value after examining the concentration of NaCl equivalent to this pressure, the value of 0.12 N was resulted; and this value was justly led to the 7.0 g/l NaCl contents.

This value of 0.12 N equivalent to quite correctly with the result got from researching the swelling and shrinkage propensity seen in the case of other salt solutions of the same egg contents.

Moreover, Donnan's "memblane equilibrium" was considered to be the state naturally taken by the fish eggs preserved in water.

文 献

1) 武田志麻之輔：鮭孵化卵腐乱病調査，(昭和4年)

2) 高田幸二：生化学の研究，(第3巻)，432, 477. (1931)

3) Ered Vles: "Cours de Physique Biologique" Vigot Frères, Paris (1927)

4) J. W. Mc Bain: "Colloid science" (1950) p. 214

5) A. Leaf: Biochem. J. **62**, 241 (1956)

魚肉中のアミンの生成について—I*

——魚介肉の鮮度低下に伴うヒスタミン及びチラミンの生成——

太田冬雄・福山　実

On the Formation of Amine in Fish Muscle–I.

——Formation of Histamine and Tyramine in Muscle of Fish and Shell-fish during Spoilage——

Fuyuo Ota and Minoru Fukuyama

魚肉の鮮度低下によるヒスタミンの生成については，すでに五十嵐[1] Geiger[2]及び木俣[3]等の研究があり，その生成は主として細菌の作用によるものとされている．一方ヒスタミンが食品中毒の主因であるかどうかについては論議があるにしても[4]，之が有毒物である事はすでに認められていることで，最近の報告[5][6]からも明らかである．しかもこのヒスタミンは主として細菌によるヒスチヂンの脱炭酸作用の産物であり，一方従来より広く魚肉鮮度の目安として利用されている揮発性塩基は，細菌の脱アミノ或は還元作用によるものであるから，之らの作用の程度によつては，揮発性塩基による鮮度判定は必らずしも危険がないとは云えない．事実木俣等[3]は之ら両者の生成状況が環境温度によつて相異する事から，揮発性塩基による鮮度判定は時に危険のあるだろう事を報じている．又 Geiger[7]は魚肉鮮度の判定にヒスタミンを対象とすべき事を提案している．

この様にヒスタミンは魚肉の品質を食品衛生上から考える時，甚だ重要な対象であつて，上述の様に種々の点が明らかにされては来たが，その品質上の重要性からすると，更に検討されるべき余地があり，殊に鮮度判定という観点から充分な吟味が必要と思われる．

即ちこの点にこの研究をはじめた目的があり，先ずこの実験では各種魚介肉の鮮度低下によるヒスタミン及びチラミンの生成状況と，アンモニア量との関係をしらべた．

実　　験

実験方法

新鮮な各種魚介類の肉質を細砕して，室温に放置し，随時その一定量を採つてそのアンモニア（Am）を比色法[8]で定量し，別にヒスタミン（Hm）及びチラミン（Tm）を次の様な操作を行つて，ペーパーグラフィーによつて検出した．即ち，試料肉に2倍量のアルコールを加えて約30分間加温抽出する事を2回行い，後温水で洗滌，この抽出液及び洗液を合して微酸性とし減圧で濃縮，この濃縮液を常法に従つて10％アンモニア加ブタノールを溶媒として一次元上昇法で展開した．検出はスルファニル酸を用いるヂアゾ反応によつた．

Hm の呈色は濃度の増加に従つて色度及び大いさを増したが，定量的にはかなりの誤差があつたので，ここでは呈色の程度を定性的に示した．その検出限界量は魚介肉中の含量にして凡そ 5 mg％ である．

* 本報の要旨は，日本水産学会九州大会（長崎，1952. 12）にて発表．

結 果

a—

ヒラアジ, キビナゴ, ホウボウ, オキノスジエビ及びイカを試料として秋の室温(20～23°C)に放置した場合の結果が Table 1 である. 之によるとヒラアジ, ホウボウでは共に 20時間後 Am 約 13 mg % の時から Hm が検出されたが, Tm の生成はそれよりかなり遅れ検出された. 尤もその量はアジの方が多くその後も見られるが, ホウボウは遙かに少なく, その後消失している.

又キビナゴは Hm, Tm 共に 20時間後 Am 19 mg % の時から検出され, しかも量的には共に前述の種類より多い特徴が見られた. 一方シバエビ, イカでは Hm, Tm 共に殆ど検出されず, イカの初期腐敗後に僅かに見られるに過ぎなかつた.

b—

サバ, イワシ, マグロ及びブリを試料として初冬の室温 (10～15°C) に放置した場合の結果が Table 2 である. 之によると, サバ, イワシ, マグロでは 30～50 時間後約 20 mg % の時から

Table 1. Formation of histamine, tyramine and ammonia in muscle of fish, shrimp and squid stored at 20 to 23°C.

Storage time (hr.)	NH_3-N (mg %)	Occurrence of histamine	Occurrence of tyramine
Caranx sexfasiatus (ヒラアジ)			
0	10.2	—	—
20	12.8	+	—
44	19.2	++	++
50	23.2	++	++
68	55.2	++	++
Stolephorus japonicus (キビナゴ)			
0	12.8	—	—
20	19.2	++	+
22	24.0	++	++
25	28.1	++	++
44	38.4	++	++
Chelidonichthys Kumu (ホウボウ)			
0	11.2	—	—
20	13.6	+	—
44	15.2	+	+
50	18.4	++	±
68	53.6	++	—
Penaeopis joyneri (シバエビ)			
0	14.4	—	—
2	18.4	—	—
20	36.7	—	—
22	52.0	—	—
Ommastrephes sloani pacificus (イカ)			
0	11.2	—	—
20	19.2	—	—
22	38.4	±	—

Table 2. Formation of histamine, and ammonia in fish muscle stored at 10 to 15°C

Storage time (hr.)	NH_3-N (mg %)	Occurrence of histamine
Scomber japonicus (サバ)		
0	13.6	—
23	15.2	—
46	18.4	—
53	20.8	+
74	25.6	++
Etrumeus micropus (イワシ)		
0	14.4	—
22	16.0	—
30	21.6	+
42	24.8	+
49	36.0	++
Thunnus orientalis (マグロ)		
0	17.9	—
41	18.4	±
67	20.0	+
90	23.2	++
113	48.0	++
Seriola quingueradiata (ブリ)		
0	12.0	—
70	12.8	—
93	13.6	+
115	17.6	++
137	23.2	++

Table 3. The occurrence of histamine and tyramine and the amount of ammonia in muscle of fish and shellfish stored at 24 to 27°C.

NH_3-N (mg %)	Occurrence of		NH_3-N (mg %)	Occurrence of	
	histamine	tyramine		histamine	tyramine
Sardinia melanosticta (マイワシ)			*Cypselurus agoo* (トビウオ)		
10.2	—	—	10.2	—	—
14.4	—	—	14.6	—	—
19.2	++	—	18.4	+	—
23.2	++	—	20.0	++	±
30.4	++	+	25.6	++	+
Trachurus japonicus (マアジ)			*Eumakaira nigro* (クロカジキ)		
10.2	—	—	7.2	—	—
13.6	—	—	10.2	+	—
17.6	++	—	14.4	++	—
23.2	++	—	19.2	++	+
28.0	++	±	31.2	++	+
Sphyraena japonica (カマス)			*Sillago sihama* (キス)		
9.6	—	—	11.2	—	—
11.2	—	—	15.2	+	—
13.6	+	—	16.8	++	—
17.6	++	—	20.0	++	+
25.6	++	—	25.0	++	±
Scomber japonicus (サバ)			*Octopus vulgaris* (タコ)		
10.2	—		6.4	—	—
19.2	++		10.2	—	—
32.0	++		12.8	—	+
Sarda orientalis (ハガツオ)			14.4	+	+
			16.0	++	++
13.6	—		24.0	++	++
18.4	++		30.4	++	++
22.4	++				
Haliofis japonica (トコブシ)			*Ommastrephes sloani pacificus* (イカ)		
6.4	—	—	10.2	—	—
13.6	—	+	15.2	—	—
17.6	++	+	17.6	—	—
28.1	++	++	24.0	±	±

Hm が検出され，量的にも凡そ同様であるが，ブリは約 90 時間後 Am 約 14 mg % の時から検出され，前述のものよりかなりおくれる特徴が見られる．

c —

サバ，ハガツオ，トビウオ，カジキ，カマス，アジ，トコブシ，タコ，イカ及びキスを試料として夏の室温（24～27°C）に放置した場合の結果が Table 3 である．之によるとサバ，ハガツオ，イワシ，トビウオ，アジでは共に Am 18 mg % 前後の時から Hm が検出され，量的にはサバ，カツオに多いのが観察される．しかし Tm はいずれも Hm よりも遙かにおくれ，Am 20～30 mg % に至つても検出されず特徴的である．次にカジキは前述の何れの魚種よりも Am の少い（10 mg %）時から検出され，Tm も比較的早く生成される様である．又タコ，トコブシでは他の場

合とちがつてTmがHmよりも先に検出される特徴が見られる．即ちHmはトコブシのAm 18 mg％，タコの約15 mg％の時から見られるに対しTmは共に約13 mg％から見られ早い．又イカはHm，Tm共に初期腐敗に至つても殆ど検出されず，秋の室温の場合と同様であつた．

考　　察

1．魚肉の鮮度が低下すると殆どいずれの魚種に於てもHm及びTmが生成され，Hmの生成がTmに先行する．しかもカマス，キス等ではTmは初期腐敗前後までは殆ど検出されず，有毒アミンとしてのTmは，魚類の場合概して考慮の対象とならないものと考えられる．しかしその検出限界量はHmよりかなり高い[9]から更に量的な検討が必要であろう．

2．鮮度の低下に伴うHmの生成は魚種によつて相異し，生成量は一般に従来いわれている様に，サバ，カツオ等の赤色肉に多く，Hmの問題は主として之らの魚種が対象とされるべきことが指摘される．尤も白色肉のカマスが比較的多いが，之については別に定量的に検討を加えたい．一方生成の速さをAm量の関係から見ると，最初にHmが検出された時のAm量は魚種によつて相異し，少いものではカジキの10.2 mg％，多いものではイワシの21.8 mg％の範囲にあり，特に気温によつて早く生成される等の結果は見られず，一般には15～20 mg％に於て検出されている．

この事はかなり新鮮な状態のものでも多少のHmを含んでいる事を示すもので，同時にHmの問題は当然量的な検討の必要な事を示すものである．

3．イカ，タコ，エビ，トコブシ等の鮮度が低下した場合のHm，Tmの生成状況は魚類の場合とかなり異つている．即ちイカでは夏及び秋の実験でも共にHm，Tmは殆ど検出されず，初期腐敗或はその後に僅かに検出されるに過ぎない．従つてイカの場合Hm，Tmは共に殆ど問題の対象とならないものと考えられる．この事は元広等[10]の結果とはやや異なつているが，木俣等[11]の結果と一致する．そしてこの事はエビの場合にも同様にいえる．次にタコ，トコブシでは共にHmは初期腐敗前に生成されるから魚類の場合と同様に考えられるが，（尤も木俣等[11]のタコについての結果では，イカと同様その生成量は少いとされている．），それよりも之らの種類のTmの生成が共にHmのそれに先行し，しかも最初に検出された時のAmが13 mg％前後であることは他の種類の場合と違つた特徴として注目される．即ち之らの種類の鮮度低下における有毒アミンとしてはHmよりもTmが問題にされねばならないと考えられるからである．

最近村田等[12]はイカの場合にTmがHmに先行することを報告しているが，上述のイカについての結果からすると，その鮮度低下による之らアミンの生成は，試料，その他の相異によつてかなり異つた変化をなすものと考えられる．それにしても上述のタコ，トコブシの場合と同じ様にTmがHmに先行している事実は，之ら軟体類の鮮度低下における特徴的傾向として注目される．

総　　括

1）一般に魚介肉の鮮度が低下するとヒスタミン及びチラミンが生成されるが，魚肉ではヒスタミンの生成がチラミンのそれに先行し，タコ，トコブシではチラミンが先行する．従つて魚肉ではヒスタミン，タコ，トコブシ等ではチラミンが，食品衛生上の対象となろう．又イカ，エビ

ではヒスタミン，チラミン共に殆ど全く生成されず，問題の対象とはならない様に思われる．

2）魚肉におけるヒスタミンの生成状況は魚種によつて相異し，サバ，カツオ等の赤色肉に多く生成される．又最初にヒスタミンの検出された時のアンモニア量は，一般に15～20mg％で，この関係は環境温度によつて特に差異は見られなかつた．

終りに，本文の御校閲を賜わつた北大，小幡彌太郎教授に深謝の意を表する．

Résumé

The occurrence of histamine and tyramine in the course of deterioration of 15 species of aquatic animal foods stored at room temperature of summer and autumn, was investigated by paper chromatography in correlation with ammonia content of these fishes.

1) The lowering of the freshness of fish and shell-fish muscle was accompanied by the production of histamine and tyramine with the preceding occurrence of histamine to that of tyramine, but in the case of octopus and ear-shell the occurrence of the latter preceded the former. And in shrimp and spuid almost no both amines were produced.

2) The production of histamine in fish muscle during spoilage varied according to the difference of fish species, and it seemed to be remarkable in sardine and bonito. Histamine was detected when ammonia content of fish muscle arrived at 10 to 21 mg ％, generally 15 to 20 mg ％, this relation being kept fairly constant notwithstanding the shifting room tempreatures of summer and autumn.

文　　献

1）五十嵐彦仁：日化., **59**, 1258—1260 (1938)；日水誌., **8**, 161—164 (1939)
2）E. Geiger, G. Gourtney and G. Schnakenberg: Arch. Biochem., **3**, 311—319 (1944)
3）木俣正夫，河合　章：京大食研報告., 5号, 21—28 (1951)；6号, 23—29 (1951)；10号, 83—98 (1952)
4）宮木高明：自然，**7** (**12**), 12—20 (1952)
5）R. Legroux, J. C. Levaditi, G. Boydin and D. Bovet: C. A., **41**, 228 (1947)
6）河端俊治，石坂公正，三浦利之：日水学会（東京，1954, 4）発表．
7）E, Geiger: Food Res., **9**, 293—297 (1944)
8）太田冬雄：日水誌., **17**, 309—312 (1951)
9）福田幸平，小島淳：薬誌., **73**, 783—790 (1953)
10）元広輝重，谷川英一：北大水産研究彙報., **3** (**2**), 154—174 (1952)
11）木俣正夫，河合章，田中幹夫：京大食研報告., 14号, 25—29 (1954)
12）村田喜一，飯田優：日水学会（東京，1956, 4）発表．

魚肉中のアミンの生成について—II*

——魚肉中のヒスタミンの生成に対する温度の影響——

太田 冬雄・鯵坂比呂志

On the Formation of Amine in Fish Muscle–II

——Influence of Temperature on the Formation of Histamine in Fish Muscle——

Fuyuo OTA and Hiroshi AJISAKA

先に筆者等は魚介肉特に赤色系魚肉の鮮度低下に伴つて生成されるヒスタミンの問題は，量的変化が重要であり特に鮮度判定という観点からすると，従来の鮮度判定規準量との関係を充分検討すべきであり，同時に簡易なヒスタミンの検出，定量法の必要な事を指摘し，すでにその目的の為の方法について報告した[1]．

そこで今回は，引つづく課題として鮮度判定指標としてのアンモニア量とヒスタミン生成量との関係を，魚種による相異，特に放置温度の影響と併せて検討した．勿論之に関してはすでに木俣等[2]の研究があるが，問題の重要性からすると更に資料を得る必要があり，特に初期腐敗前後の状況変化の関係については，より詳細な吟味が必要と思われたからである．

実　　験

実験方法

新鮮な各種魚類の肉質（赤色系，白色系各3種）を細砕して種々の温度に放置，鮮度を低下させ，随時その一定量を採つてアンモニア（Am）をネスラー比色法[3]，ヒスタミン（Hm）を後報記載の方法によつて夫々定量した．即ち Hm の定量操作を要約すると次の如くである．魚肉 2 g に水 10 cc, 5 % CCl_3COOH 10 cc を加えて振盪，濾過し，濾液を2倍に稀釈する．稀釈液の 1 cc を 0.5 % NaOH で中和全量を 2 cc とし之に 4 % Na_2CO_3 1 cc を加え氷冷する（3分間以上）．之にヂアゾ試薬（氷冷せる 0.1% P-Nitroaniline の N/10 HCl 液の 5 cc に 5 % $NaNO_2$ の 0.1 cc を加え氷冷下に用いる．）1 cc を加えそのまま氷冷呈色させ，3分後醋酸エチル（精製）7 cc を加え約30秒間激しく振盪する．静置後上層を採り之に 0.1 % Na_2CO_3 5 cc を加えて再び振盪，上層を採り少量の Na_2SO_4（無水）で脱水後速やかに比色する．（日立製光電比色計，フィルター BG，セル 10 mm）．

尚 Am 及び Hm の測定間隔は出来るだけ密にする様につとめ，初期腐敗前後の観察に主眼をおいた．

結　果

a—

イワシ，アジを用いて夏の室温（28～33°C），氷蔵庫（16～20°C，及び5～8°C）に放置した場合の結果が Fig. 1, 2 である．16～20°C の場合試料は開放状態の外に密封状態のものをおき，所

* 本報の要旨は，日本水産学会九州支部大会（富岡，1954，11）にて発表した．

Fig. 1. Formation of hitamine and ammonia in muscle of sardine, ***Sardinia melanosticta*** stored at different temperatures.

○ histamine, ● ammonia, at 28—33°C
△ " , ▲ " , at 16—20°C
□ " , ■ " , at 5— 8°C
—— aerobic, ···· semi-anaerobic

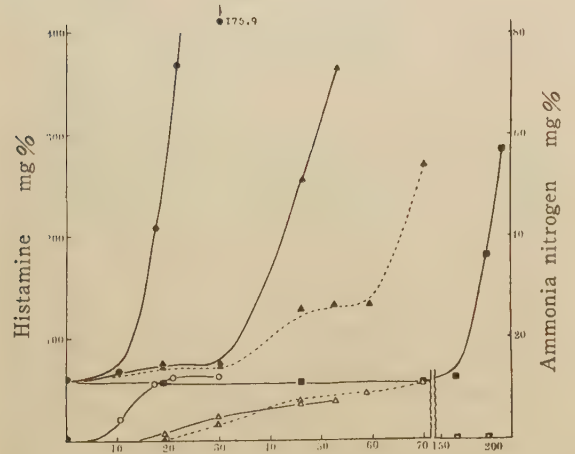


Fig. 2. Formation of histamine and ammonia in muscle of horse mackerel, ***Trachurus japonicus*** stored at different temperatures.

○ histamine, ● ammonia, at 28—33°C
△ " , ▲ " , at 16—20°C
□ " , ■ " , at 5— 8°C
—— aerobic, ···· semi-anaerobic

謂半嫌気的条件の影響を比較した．即ちイワシでは，高温の時に最も変化が早く当初より Hm, Am 共にかなり急激に増加し，その生成量は Hm がはるかに Am よりも多く，約11時間後のそれは Am 約20mg％に対し Hm は約 90 mg％にも達し，その後も大きく開いている．中温では好気，半嫌気状態共に殆ど全く同様の傾向で，高温の場合よりも遙かに生成がおそく，更に Am, Hm で状況が異なる．即ち Hm は約20時間後から急激に増加しているが，Am は全体として比較的緩漫な変化である．従つて両者の生成量は前の場合以上に開きがあり，約30時間後 Am 20 mg％で Hm は約100 mg％に達している．又低温の時は，前二者より遙かに緩漫で Am は160時間頃から急激に増加するが，この時の Hm は 2 mg％以下で著しく少なくその後も増加しなかつた．

次にアジの場合 (Fig. 2) も同様に高温の時の変化が最も早く，約10時間頃から Am は急激に，Hm も増加するが，その生成量はイワシの場合に比し遙かに少く，明瞭に腐敗した状態でも 60 mg％を超えなかつた．中温では好気，半嫌気状態でやや状況を異にし，Am は好気的で約 30時間後から急激となるが半嫌気では全体として比較的緩漫である．一方 Hm は両者ほぼ同様の傾向で増加するが，量的には少なく腐敗が進んでも 50 mg％を超えなかつた．

又低温の時は，イワシの場合と全く同様で Am が増加しても Hm の生成は殆ど見られなかつた．

サバ，イトヨリを用いて前項同様の実験を行つた結果が Fig. 3 及び 4 である．即ちサバの場合は，前実験と同様高温（29～33°C）の時の変化が最も早く，Am, Hm の変化は殆ど イワシの場合に似ているが，その生成はイワシよりもかなり早く，約8時間後には明らかに腐敗臭を帯び，Am は約 35 mg %, Hm, 290 mg % に達した．中温の時は，Hm は約10時間後，Am はそれから更に約10時間おくれて増加し，共にイワシの場合よりも変化が早く，その後は両者殆ど同様の傾向で増加した．しかしその生成量は Hm が Am よりも遙かに多く，約25時間では Am の約 23 mg % に対し Hm は約 100 mg % であつた．又低温ではイワシの時と同様変化が緩漫で Am は約150時間頃から急激となつたが，この時の Hm は 1 mg % 前後で，200時間後 Am 76 mg % に至つても 40 mg % に過ぎなかつた．

イトヨリの場合では，Am の生成は温度の高い時程急激であるが，Hm はいずれの温度の時にも殆ど生成されず最も多い時でも 2 mg % に達しなかつた．

c—

ハガツオ，カンパチについての結果が Fig. 5 及び 6 である．即ちカツオの場合では，高温の時の変化は前述のイワシ，サバ等の場合と同様の傾向であるが，Hm の生成量は遙かに多量であつた．又中温では，Am は緩漫乍ら増加するに対し Hm は約30時間位まで殆ど増加せず，初期腐敗を過ぎた様な状態でも約 1 mg % に過ぎなかつた．しかしその後は Am が比較

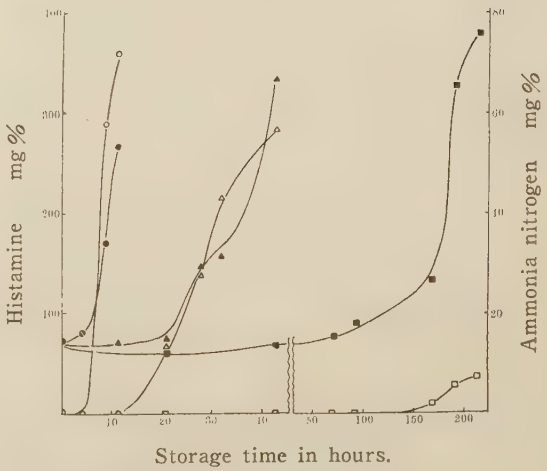


Fig. 3. Formation of histamine and ammonia in muscle of mackerel, *Scomber japonicu* stored at different temperatures.

○ histamine, ● ammonia, at 29—33°C
△ " , ▲ " , at 16—20°C
□ " , ■ " , at 5— 8°C

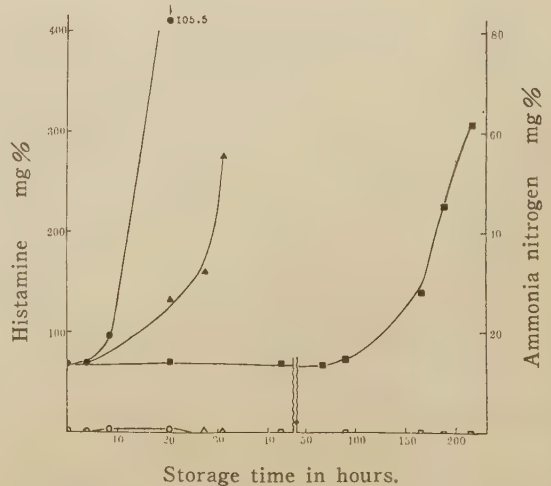


Fig. 4. Formation of histamine and ammonia in muscle of "itoyori", *Euthyopteroma virgatum* stored at different temperatures.

○ histamine, ● ammonia, at 29—33°C
△ " , ▲ " , at 16—20°C
□ " , ■ " , at 5— 8°C

的緩慢なのに対し Hm は急激に増加し，著しく多量に達した．又低温の時は，Am 及び Hm 共に 150 時間頃から増加の傾向を示し，前の実験の場合と異つて Hm 量もかなりの量に達した．

カンパチの場合は前のイトヨリに似て，Am は各温度に応じて夫々生成増加するが，Hm は高温の時に約 30 mg % に達したのが最高で，他はいずれも之よりも低く，低温では殆ど生成されなかつた．

考　　察

1）魚肉の鮮度低下による Hm の生成量は，イワシ，サバ，カツオ等の所謂赤色系魚肉の場合に多く，イトヨリ，カンパチ等の白色肉では殆ど全く生成されず，中間色といわれるアジは両者の中間の生成を示す．之は主として夫々の遊離ヒスチヂン量によるのであろうが，ともかく Hm の問題は，赤色肉系のものがその対象となろう．

2）赤色魚肉における Hm, Am の生成傾向は，温度によつて相異し，実験された温度の範囲（5～32°C）では一般に温度の高い時には両者殆ど同様に増加するが，低温では Am が増加しても Hm は甚だ少なく問題にならない．尤もカツオの場合は比較的に増加するが，之とても明らかに初期腐敗と思われる時でも 約 50 mg % で清水等[4]のいう中毒量の 100 mg % には達しない．従つて温度の低い場合（10 °C 以下）では Hm の危険性は殆どなく，出来るだけ低い温度に魚類を貯蔵することは，その意味でも重要な事である．一方鮮度と Hm の問題は高い温度の場合について考慮されるべきで

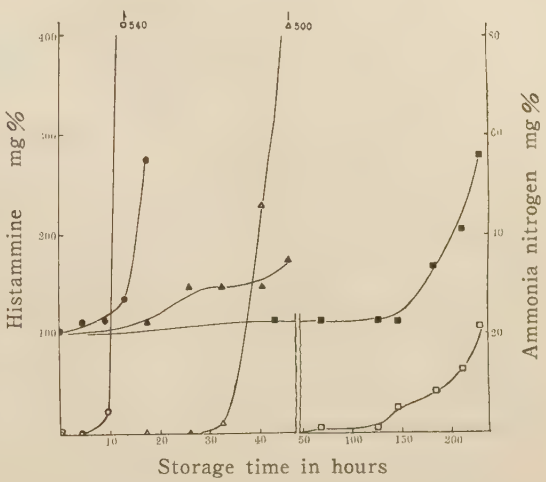


Fig. 5. Formation of histamine and ammonia in muscle of bonito, *Sarda orientalis* stored at different temperatures.

○ histamine, ● ammonia, at 29—33°C
△ " , ▲ " , at 16—20°C
□ " , ■ " , at 5— 8°C

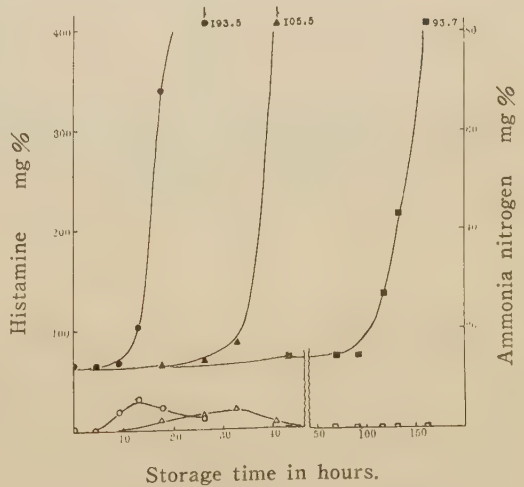


Fig. 6. Formation of histamine and ammonia in muscle of "kanpachi", *Seriola purprascens* stored at different temperatures.

○ histamine, ● ammonia, at 29—33°C
△ " , ▲ " , at 16—20°C
□ " , ■ " , at 5— 8°C

ある．

3）高温（15～33°C）に於ける赤色魚肉中の Hm 及び Am の生成は，共に温度の高い時に早い．且つ両者の生成相対量は，新鮮状態では Hm は甚だ少いが，やや鮮度の下つた状態から以後では，多くの場合 Hm の生成が著しく急激で，Am の数倍乃至はそれ以上にも達する．殊にイワシの中温の場合の様に，Am の生成が Hm に比し緩漫な時には一層この開きが大きくなる．このことは之らの鮮度低下の過程では，細菌による脱炭酸作用が他の脱アミノ作用よりも旺盛な事を示すものであろうが，同時に Am による鮮度判定に危険性のある事を示すものと考えられる．そこで Hm の中毒量が問題になるが，清水等[4]のいう 100 mg % を目安として Am との関係を見ると，アジの場合ではかなり腐敗の進んだ状態でも 60 mg % を超えないから中毒物としての惧れは少ないものと考えられるが，イワシ，サバ，カツオ等ではいずれもその危険性があり，上述の 100 mg % 相当量に対する Am は大凡 20～25 mg % で，一応 20 mg % を限界量とすれば危険性は避けられそうである．

しかし注意すべきことは，この限界量附近での Am の僅かな増加に相当する Hm の増加量が著しく多量な事である．即ち Am による判定が，より厳格に行われるか，或は限界量をより充分な点におくかしなければ，当然危険性があり，殊に温度の高い時程これが大きくなるものと考えられるのである．

先に木俣等[2]は揮発性塩基と Hm との生成の関係を研究し，20°C 前後の時には揮発性塩基に対し Hm の生成量が多く，従つてこの温度附近での鮮度判定の危険な事を指摘しているが，上述した様な筆者らの結果からすると，この様な傾向は必らずしも 20°C 前後に限らず，一般に温度の高い（15～33°C）場合に見られるから，この範囲では共通して危険性があり，しかも温度の高い時程，危険性が大きくなるものと考えられる．

尤も木俣等の場合とは，温度条件，対比している塩基の内容において多少相異しているが，その相異が上述の様な傾向の差異を来したとは考えられず，他に原因があるものと思われる．

要するに，Am 等による鮮度判定には，より厳密な判定，そしてより充分な限界量が設定されるべきであり，更に直接 Hm を定量することによる判定も必要であろうと考えられる．先に筆者が Hm の迅速なる検出，定量の方法を求めた一つの目的は，かかる場合のためを考慮したからである．

総　　括

1）魚肉の鮮度低下に伴うアンモニアの生成は，赤色魚肉，白色魚肉共に殆ど同様であるが，ヒスタミンの生成は，赤色魚肉の場合に著しく，白色魚肉では殆ど生成されない．従つて魚肉の鮮度低下におけるヒスタミンの問題は，赤色魚肉が対象となる．

2）赤色魚肉におけるヒスタミン，アンモニアの生成速度は温度によつて相異し，5～33°C の範囲では，魚種によらず高温の時程速やかである．

3）温度の低い（5～8°C）場合は，アンモニアが増加してもヒスタミンは殆ど生成されない．故にこの温度或は以下では，ヒスタミンは考慮の対象にならないと思われる．

4）温度の高い（15～33°C）場合の初期腐敗前後のヒスタミン生成量は，アンモニア量のそれよりも遙かに多く，且つアンモニア量の僅かな変化に対し著しく変化するから，この様な温度条件でのアンモニア等による鮮度判定は危険性があると思われる．

終りに，本文の御校閲を賜わつた北大，小幡彌太郎教授に深謝の意を表する．尙研究費の一部は，文部省助成金によつた．併せて感謝する．

Résumé

The relation between the formation of histamine and that of ammonia in several fish muscles spoiled at the variety of temperature was examined.

1) The increase of ammonia deriving from the lowering of frshness of fish muscle was same in both cases of red and white flesh fish, but the production of histamine was more frequent in the former case and its increasing rate seemed to be parralel to the histidine content of muscle. Therefore, histamine content of white flesh fish during spoilage may be put out of account.

2) The rate of histamine and ammonia formation in the process of decomposition of red flesh fish varied according to the difference of the storage temperature, and, in any case of fish species, if kept within the range of 5 to 33°C, the higher the temperature generally the swifter it was. However, at 5 to 8°C, little histamine was produced, while ammonia increased considerably. So, histamine formation at such low temperature as this or below it, may be put out of consideration.

On the other hand, it was presumed that from the sanitary point of view it would be irrelevant to measure the quality of fish stored at temperature above 15°C by only estimating the ammonia content, for histamine value corresponding to ammonia value at incipient spoilage, before and after it, of fish at such high temperature, changed remarkably with a slight variation of the latter.

文　　献

1）太田冬雄，福山　実：本誌，**5**，130—134（1956）；太田冬雄：日水学会（東京，1954. 4）発表
2）木俣正夫，河合章：京大食研報告.，5号，21—28（1951）；6号，23—29（1951）；10号，83—98（1952）
3）太田冬雄：日水誌.，**17**，309—312（1951）
4）清水　亘，日引重幸：日水誌.，**20**，206—208，298—304（1954）；日水学会（清水，1954. 10）発表

魚肉の鮮度低下に伴う“チロシン値”の変化について–III*

——フエノール試薬法による測定値の意義——

太田冬雄・西元諄一・城井達夫

On the Variation of “Tyrosine Value” in the Decrease of Fish-Muscle Freshness–III

——Elucidation of Estimation-Value by Phenol Reagent Method——

Fuyuo Ota, Jun'ichi Nishimoto and Tatsuo Kii

先に著者らは，魚肉の鮮度指標としてのチロシン値の特徴を発展させる目的から，数種魚肉の鮮度変化にこの方法を応用し，初期腐敗以前の過程では，アンモニアよりも明瞭な段階的な変化を示し，且つ初期腐敗時の数値とほぼ一定の範囲を示すことから，初期腐敗以前の判定に役立つであろうし，更にそれが蛋白分解の程度を示すならその意味での品質判定に有効であろう事を報告した[1]．又その後キサントプロテイン反応をチロシン値の測定に応用し，従来のフエノール試薬法による測定値との比較を行い，キサントプロテイン法によつた値（XV）は殆どがフエノール試薬法によつた値（PV）より低く，従つてチロシン量としては XV がより実際に近い事を見，一方チロシン量を蛋白分解の目安とする限り PV は魚種その他によつて蛋白分解度を示さない場合のあることを指摘した[2]．

そこで今回は，上述の推察に基きこの PV が事実どの程度，蛋白分解度としてのチロシンの離脱を示すものであるか，且つその変化が主として細菌によるものか，或は肉質自身の作用によるものであるか，そして又 XV と共に之らが実際に適用される為には，どの様な規準が必要であるか等を知る目的でこの実験を行つた．その結果，上述の諸点は，魚種によつて相異し，従つてその測定値の示す意義及び適用規準も自ら異なるべき事を明らかにする事ができた．

実　　験

実験方法

新鮮な各種魚類の肉質を細砕し，各半量はそのまま（自然区），他の半量にはクロロホルム・トルオール混液（1:4）を 5 %量加え充分混合防腐状態として密封（防腐区），秋から冬の室温に放置，その間のアンモニア量をネスラー法[3]，チロシン値をフエノール試薬法[1]，及びキサントプロテイン法[2]で定量し，夫々の変化を追跡した．

アンモニアを定量したのは，防腐が充分であるかどうか（魚肉組織の作用のみではアンモニアは殆ど全く生成されないといわれる）を確かめる為と，一つにはチロシン値の変化の傾向に対比し，同時にチロシン値の初期腐敗相当量を推定する為で，その規準量としては，従来の揮発性塩基或はトリメチルアミンの場合の限界量[4]又は著者らの結果[5]等から一応 20 mg % とした．

* 本報の大要は，日水学会（東京，1954. 4）にて発表した．

尙前述した様に，夫々の方法によつたチロシン値は PV, XV, 又その防腐区の値は PV, XV として略示した．

結　果

I— イワシ，アジ，ボラを用い，8～20°C の室温に放置した場合の結果が，Figs. 1～3 である．

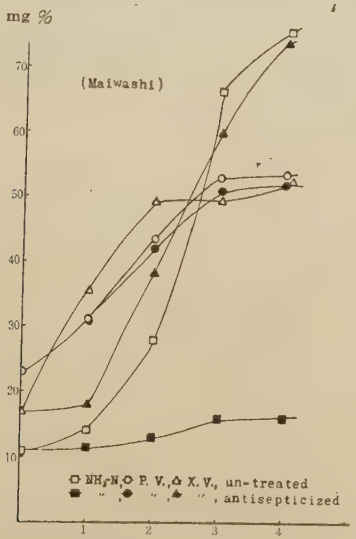
先ず，イワシの場合について見ると，PV, XV, *PV* 及び *XV* の変化は，いずれも同様の傾向で，鮮度低下の当初より段階的に増加し，アンモニアのそれよりも急激であるが，初期腐敗以後では反対にアンモニアが急激となる．且つ之を量的に見ると，PV, *PV* の初期腐敗時相当量（以下相当量と略称），従つてそれまでの増加量（増加量と略称）は殆ど全く等しく，一方 XV, *XV* では前者の増加量が後者より幾分高いが，共に PV 等のそれに近い．

次にアジの場合は，PV のアンモニアに対する傾向は，イワシの場合と同様であるが，その当初量及び相当量はかなり低く，又他の *PV*, XV, *XV* 等の変化も大部異なり，鮮度が低下しても遙かに緩漫な増加をなすに過ぎない．

即ち，PV の当初量，増加量は前のイワシの場合とほぼ同様であるが，他の *PV*, XV, *XV* の増加量はいずれも少なく，PV の増加量の半ばにも達せずイワシの場合とは著しく異つている．又ボラでは各値のレベルは幾分低いが，その傾向は殆どアジの場合に似て，*PV*, XV, *XV* の増加量は PV の半ば以下に過ぎない．

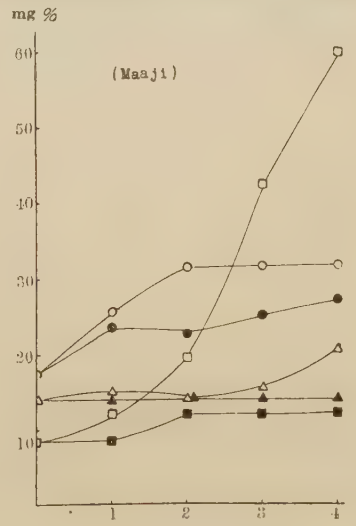
II—サバ，タイ，イカを用い，7～17°C の室温に放置した場合の結果が Figs. 4～6 である．

即ちサバの場合の各数値は夫々多少の差はあるが，いずれも放置時間と共に段階的に増加し，しかも各値の増加量も殆ど等しく，前実験のイワシの場合に似ている．又タイの場合では，夫々の傾向は大凡前述のボラの場合に似，各値の量的関係も殆ど同様である．次にイカの場合では，



Storage time in days

Fig. 1. Development of tyrosine values in muscle of *Sardinia melanosticta* during storage at 8—20°C.



Storage time in days

Fig. 2. Development of tyrosine values in muscle of *Trachurus japonicus* during storage at 8—20°C.. Each symbol is the same as in Fig. 1.

アンモニア，PV は共に急激な増加を示すが，他はそれよりもかなり緩漫で，特に *PV* は変化が少なく，タイ等に似ている．が，一方各値のレベルはかなり高く，イワシ等に似，全体としてはいずれともつかない．

III—キハダマグロ，ブリを用い，6～14°C に放置した場合の結果が Fig. 7 及び 8 である．之によると前者では，PV は段階的に増すが，*PV* はやや緩漫で，一方 XV，*XV* もかなり腐敗するまでは殆ど同様の数値で比較的緩漫に増加し，PV の増加量も他のそれよりは遙かに多く，

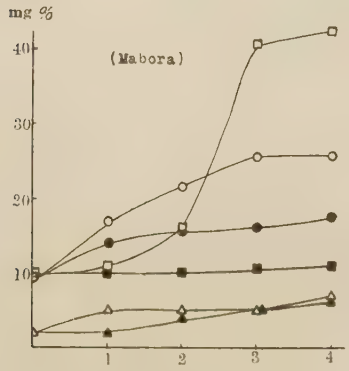


Fig. 3. Development of tyrosine values in muscle of *Mugil cephalus* during storage at 8—20°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

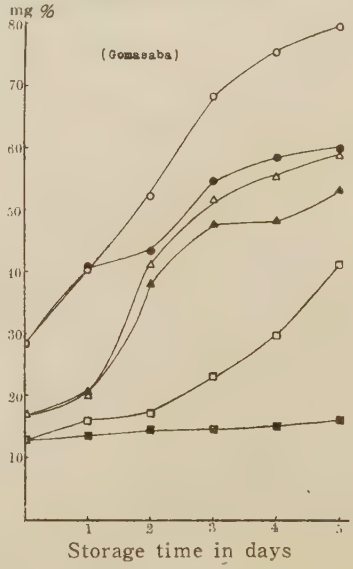


Fig. 4. Development of tyrosine values in muscle of *Scomber Tapeinocephalus* during storage at 7—17°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

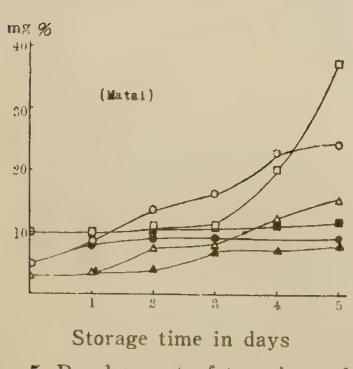


Fig. 5. Development of tyrosine values in muscle of *Pagrosmus major* during storage at 7—16.5°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

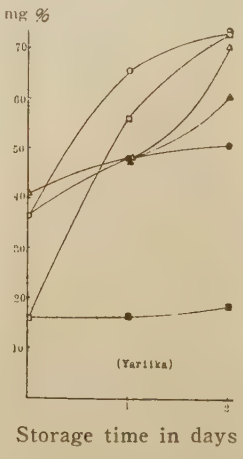


Fig. 6. Development of tyrosine values in muscle of *Doryteuthis bleckeri* during storage at 7—16.5°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

且つXV, *XV* のレベルは共に低くボラ等に似ている．しかしPVのレベルが著しく高く，この点ではむしろイワシ等に類似し，特徴的である．又後者の場合は，各変化はやや急激であるが，傾向としては前者に似ている．しかし *XV*, XV の増加量は PV のそれに殆ど一致し，この点ではイワシ等に類似し，一方 *PV* の増加量が意外に少なく，且つ XV のレベルがイワシ，サバ等に比し遙かに低く，結局上述のいずれの魚種の場合とも異なつている．

IV—メバチ，メカジキについての結果（放置温度，8～18°C）が Fig. 9 及び 10 である．即ちメバチの変化は，XV がかなり段階的に急激に増加する点を除けば，大凡前項のキハダマグロの場合に類似している．又メカジキの場合は，一目他のこれまでの例と異なつている事が観察される．即ち各値は極めて緩い変化をたどり，アンモニアの初期腐敗への到達もかなりおそ

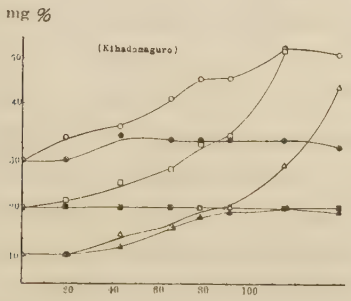


Fig. 7. Development of tyrosine values in muscle of *Neothynnus macropterus* during storage at 6—14°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

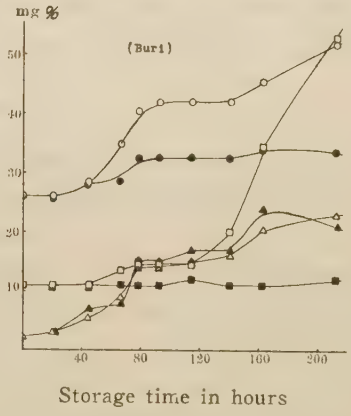


Fig. 8. Development of tyrosine values in muscle of *Seriora quinqueadiata* during storage at 6—14°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

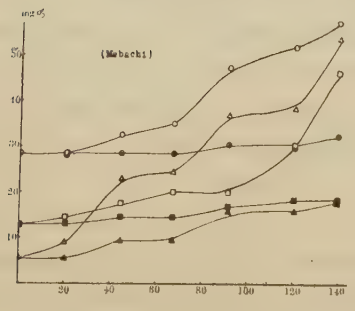


Fig. 9. Development of tyrosine values in muscles of *Parathunnus sibi* during storage at 8—18°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

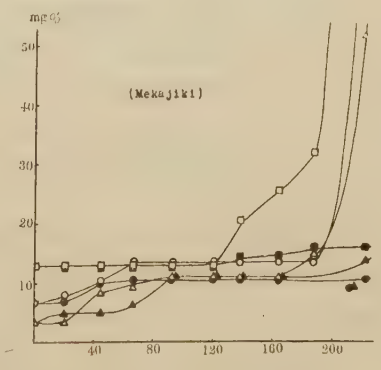


Fig. 10. Development of tyrosine values in muscle of *Xiphias gladius* during storage at 8—18°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

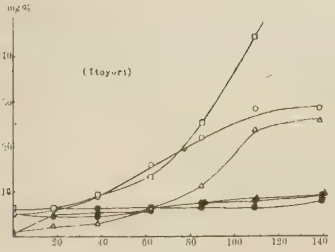


Fig. 11. Development of tyrosine values in muscle of *Euthyopteroma virgatum* during storage at 14—18°C. Each symbol is the same as in Fig. 1.

い．しかも各増加量は殆ど等しく，この点ではイワシ，サバ等の傾向に似ているが，一方夫々のレベルはいずれも甚だ低く，むしろボラ等のそれに過ぎず，結局この魚種も他とは異つている．

V—イトヨリについての結果（放置温度，14～18°C）が Fig. 11 で，その傾向は初期腐敗後の XV がやや段階的ではあるが，全体として前述のボラ，タイの場合に似てをり，各値のレベルも低く，PV の増加量に対する他のそれも半ば若しくはそれ以下に過ぎない．

考　　察

1）魚肉を自然放置した場合の変化を見ると，その変化の程度は魚種によつて相異するが，いずれも放置時間と共に漸増し初期腐敗頃より急激となる．しかし防腐状態ではいずれも殆ど全く増加しない．従つてアンモニアが，鮮度指標としての意義を持ち得る事はいうまでもなく，一方従来組織作用のみではアンモニアは殆ど全く生成されないといわれる事とも一致し，次項以下記載の防腐区におけるチロシン値の変化は組織作用の結果と考えてよいと思う．

尤も鮮度指標としては量的な問題が重要であるが，本実験の結果から見ると，その当初量は 5～16 mg %，大部分は 10 mg % 前後である．故に一般にこの程度がアンモニアの新鮮時含量と見てよいであろう．又初期腐敗量は，その生成状況や，先に実験方法の項で述べた様な点から，20 mg % とするのが適当ではないかと思われるが，漁獲直後でもかなりの量を含む場合のあり得る事が報告され[6]，又本実験の結果でも一般に白色魚肉の当初量が赤色魚肉のそれよりも低い傾向が見られるので，之については，更に次の機会に検討したい．

2）PV, XV 共にいずれの魚種においても，鮮度低下に伴つて増加するが，PV の方がより段階的で XV では魚種により緩漫な場合があり，初期腐敗以前の鮮度の段階がアンモニアによるよりも PV に於て明瞭であろうとした前報[1]での推察と一致する．従つて鮮度指標としては PV が XV よりも適当な事になる．しかしその数値は殆どいずれの場合も XV よりも高く種類によつては著しく差があり，この値にはチロシン以外のものの大きく加わつている事が明らかで，チロシンを対象とする意味では，XV がより実際量に近いものと考えられ，この点も前報[2]での結果と一致する．

3）次に之らの変化の傾向を防腐状態のそれに比較して見ると，その関係は明らかに魚種によつて相異するが，之が雑然としてではなくある程度の群別の特色をもつている事が分る．即ちその顕著な一つは，イワシ，サバ等の赤色魚肉の場合であつて，これらの PV, XV, *PV* 及び *XV* はいずれも鮮度低下と共にかなり明瞭に，しかも殆ど同様の数値で増加し，且つ各増加量も殆ど等しく，結局この事は之らの魚種における PV の内容が XV のそれと殆ど同様で，つまりチロシンを主体とするものであり，しかも之が主として組織酵素の作用即ち自己分解によつたものである事を意味すると考えられる．従つてこの場合の PV は自己分解による蛋白分解度を示していると考えてよいであろう．

そしてもう一つの顕著なグループは，タイ，ボラ，イトヨリ等の白色肉の場合で，その変化は，PV はかなり段階的に増すが，他の XV，*PV*，*XV* は共に緩漫な増加をなすに過ぎず，PV の増加量に対する他のそれは半ば若しくはそれ以下で低く，結局この事は之らの魚種における PV の示す内容が，XV とはかなり異なつたものを含み，つまり過半はチロシンでなく，しかもそれが主として細菌の作用によつたものである事を示すものと考えられる．そして同時に之らの群別の差異が，主としてその自己分解作用の強弱によるものである事が当然考えられる．

しかし他の大型の魚種では，必らずしも単純でなく，キハダマグロ，メバチの場合は赤色肉ではあつても，この類の変化の傾向は前のタイの場合に似，従つてその鮮度低下における PV の意義も同様に考えてよいのであるが，後述の様に之らグループの PV のレベルは共に前のタイ等の場合に比し著しく高く，むしろイワシ等に似た数値を示し前述の群とは異なつていると考えられる．尚イカの変化も之らに類似している様に思われる．又ブリでは *PV* の増加量が XV，*XV* のそれより遙かに低く，XV を主としてチロシンとすることが不合理となり，それ以外のものを示すことが考えられ，又メカジキにしても，PV, XV 共に甚だレベルが低く，しかも変化が著しく緩漫で，肉質が分解変化し難いものと考えられ夫々異つており，少くも之らの魚種における PV がチロシンを主体とするものでなく，且つ之が主として細菌作用によつたものであろう事だけはいえそうであるが，単に白色肉，赤色肉といつた程度では特徴づけ難く，夫々異なつた性状をもつものと考えられる．

4）更に PV, XV の当初量及び初期腐敗相当量は，共に魚種によつてかなり相異するが，群別にはほぼ一定の傾向が見られる．即ちボラ，タイ，イトヨリ等の白色系のものは，PV は当初量 10 mg % 以下，相当量 20 ~25 mg % で共に他の魚種に比し低く，又その XV も 5 mg % 以下，相当量凡そ 10 ~15 mg % で同様に他の種類より低い．一方イワシ，サバ，キハダマグロ，メバチ，ブリ等の赤色肉，及びイカは当初量 20 ~30 mg %，相当量 35 mg % 以上で前のグループよりかなり高い．ただ XV では，イワシ，サバ，イカ等は当初 15 mg % 以上，相当量 40 mg % 以上で共に高いが，キハダ，ブリ等の大型魚は当初 5 mg % 前後，相当量は大凡 20 mg % で一般に低く異なつている．又メカジキは，PV, XV 共に著しく低く，タイ等に類似している．この様な傾向は，PV についての前報の結果にも見られたが[1]，その中でカマス，キス等がむしろイワシ，サバ等に近い数値として示されたのは，之らが白色魚肉ではあつてもタイ等とちがつたグループとして考えられるべきものと思われる．

しかも之らの群別の相異が，前述の PV, XV の変化の傾向に基く群別と殆ど一致し，之ら群別の性状の特徴が窺われる．

従つて，PV, XV を鮮度指標とする為には，この様な群別に対する規準に於て為されるべきであり，同時にその値の示す意義に於て利用されるべきものと考えられる．この事は鮮度判定指標としての不便さを示す事にはなつたが，一方之らの相異が，夫々の魚肉の性状の差異によつて表われたものとして注目され，特に大型魚の性状が，他とはかなり異なり且つその各々が又異なつたものであり，従つて鮮度変化にも影響していることが考えられ，関心が持たれる．

総　　括

魚肉の鮮度指標としてのチロシン値を，従来のフェノール試薬法及びキサントプロテイン法によつて測定し，夫々の変化を魚種別に比較検討し，その示す意義と実際に適用される場合の規準を求めた．

1) PV, XV は共に鮮度の低下によつて増加するが, その傾向は PV がより段階的である. しかしその値は, XV よりも高くチロシン以外のものの参加が考えられ, 従つて XV は, より実際のチロシン量に近いものと推察される.

2) PV, XV の変化の傾向及び夫々の値は, 魚群別に特色が見られる. 即ち, イワシ, サバ等では, PV, XV 及び夫々の防腐区の値も共に同様の傾向で増加し, 従つてこの類の PV は, チロシンを主体とし, しかも之が自己分解によつたものと考えられる. 且つこの類のチロシン値のレベルは, 他のそれよりも高い.

又タイ, イトヨリ等では, PV は段階的に増すが, 他の値の変化はいずれも緩漫で, この場合の PV の過半はチロシン以外のものと思われ, しかも之が細菌作用によつたものと考えられる. 且つこの類のチロシン値のレベルは一般に低い.

又マグロ類, ブリ等での変化は, タイ等の場合に似た傾向であるが, その値の程度は, PV, XV に於て, 又魚種によつて夫々異なり, 上述のいずれとも異なる性状をもつものと推察される.

従つて, PV, XV を鮮度判定の指標とするためには, 性状の類似する魚群別の規準において, 又その値の示す意義において利用されるべきものと考えられる.

終りに, 本実験の一部に使用した活性炭を提供された武田薬品 K. K., 及びその御斡旋の労を賜わつた本学高田教授に感謝の意を表する.

Résumé

The authors examined on the variation of tyrosine value during spoilage of many species of fish, using both the usual method with phenol reagent and the method based on xanthoprotein reaction, in order to elucidate the significance of tyrosine value and the scale with which the fish-quality is to be measured. Results obtained were as follows:

(1) Both P. V. and X. V. (showing tyrosine value estimated by phenol reagent method and by the xanthoprotein method; the following is the same.) increased with the lowering of fish-freshness, and the increasing rate of the former was more gradual than that of the latter, but the value of the former was higher than the latter or was nearly the same.

Thus, X. V. was considered to represent more approximate tyrosine-quantity in fish muscle than P. V.

(2) The variation and the value levels of P. V. and X. V. varied with the groups of fish species. Namely,

i) In the case of red flesh fish (such as sardine, mackerel), both P. V. and X. V. increased similarly in either antisepticized or un-treated conditions.

Therfore, these P. V. were presumed to be consisted almost wholly of tyrosine produced by autolytic action. And the level of tyrosine value of these fishes at both fresh and incipient spoilage stages, was higher than that of the others.

ii) In the case of white flesh fish (such as sea-bream, grey-mullet), P. V. increased gradually, but X.V. and P.V., X.V. in antisepticized condition very slowly.

Therefore, these P. V. was presumed to be composed mainly of non-tyrosine matters, which were probably formed by bacterial action.

Moreover, the value level of these groups was found to be generally low.

iii) The variation of P. V. and X. V. in tuna and yellow-tail showed similar tendency with that of white flesh fish, but the value level varied with the difference of the fish species.

This rendered us to assume that the nature of these fishes was different not only from any fish groups mentioned above, but from one another.

From these results it was perceived that P. V. and X. V. might be applied as an index of fish-quality under the discriminating scale and significance for several groups of fish species similar in the nature of muscle.

文　　献

1）太田冬雄，鯵坂比呂志：本誌，**3** (**1**)，98—102 (1953)
2）太田冬雄，西元諄一：本誌，**3** (**2**)，33—37 (1954)
3）太田冬雄：日水誌，**17**，309—312 (1951)
4）W. J. Dyer: J. Fish. Res. Bd. Can., **6**, 351—358 (1945)
F. E. Dyer and W. J. Dyer: J. Fish. Res. Bd. Can., **7**, 449—460 (1949)
5）太田冬雄，鯵坂比呂志：本誌，**5**，134—139 (1956)
6）天野慶之，尾藤方通，河端俊治：日水誌，**19**，487—498 (1953)

海水のビタミン B_{12} に関する研究—I

海水中のビタミン B_{12} 定量について*

柏田研一・柿本大壱・金沢昭夫

Studies on Vitamin B_{12} in Sea Water–I

On the Assay of Vitamin B_{12} in Sea Water

Ken-ichi KASHIWADA • Daiichi KAKIMOTO • Akio KANAZAWA

緒　　言

ビタミン B_{12} が Animal protein factor の一つであることが明らかにされて以来，B_{12} は今やビタミン界の花形として純化学ないし生化学に属する各分野で極めて活潑な研究が行われ，更にその応用についても着々研究が進められている．而して水産物を対象とする B_{12} については其の分布を始めとし，鮮度或は処理加工による変化の追及，鮮度とも関係ある事項として細菌類による B_{12} の合成，分解などの問題がいち早く取上げられ，我国でも橋本[1]，簗瀬[2]，森[3]その他の研究者により今日まで既に多くの報告が出されている．これら諸氏の研究により広く水産動植物体における B_{12} の存在が明らかにせられ，一方この B_{12} の根源については，動物体のものは餌料又は腸内微生物，藻類のものは主として海水に由来するものであろうと言われているが，この点未だ充分明らかではないようである．このうち海水中の B_{12} の消長はそこに棲息する生物の B_{12} と直接，間接関係をもつているのではないかと考えられるが，海水の B_{12} に関する研究は今日まで極めて少く，従つてこの間の消息について吾々はまだ殆んど何等の知見も与えられていない．ただ最近 DROOP[1] は既知の方法とは全く異なる生物学的新定量法を考案し，この方法によつて 1954 年 2 月及び 3 月，Keppel で採水した表面海水の B_{12} を定量し，5—10mγ/l なる測定値を得ているが，現在の所この方法が普及して多数の測定がなされるまでには至つていないと思われる．

上記の現状から見て海水のビタミン B_{12} に関する研究は早晩取上げられなければならない問題であり，この問題に関する知見を広めることは，やがては水産生物体における B_{12} の根本に触れるようになることが予測されるのでこの研究を始めた次第であるが，まず海水中の B_{12} 定量法について研究したところ，海水そのままを用いたのでは応用出来ないが，これに或る前処理を施せば従来の *Euglena* 法によつて定量し得ることを知つたのでその結果を報告する．

実　験　の　部

B_{12} の定量法としては周知の如く *Euglena* もしくは *Lactobacillus leichmannii* を用うる方法が最も一般的であり，後者は米国薬局方に採用されている方法であるが，定量用培地が複雑でその調製に要する経費が高く，又定量操作に多少の困難が伴うことを欠点とする．一方 *Euglena* 法は測定に長時間を要する欠点はあるが培地に要する経費が安く，実施が容易である等の長所をもつているので我国では現在この方法が広く行われており，従つて海水の B_{12} 定量

* 本研究は昭和 31 年度日本水産学会年会（31 年 4 月，東京）に於て講演した．

もこの方法によることとした．然るに *Euglena* は淡水性原生動物であるため，その発育が海水中の塩類特に食塩によつて阻害され，又後述するように海水中の塩類が培地中の物質と化学反応を起こし，定量不能となる等の欠陥が現われるので，これらの点が解決されない限り *Euglena* 法による定量は不可能であることを知つた．依つてまずこれらの問題について研究し，ほぼ満足すべき一つの方法を案出することが出来た．

1．海水中の Ca 及び Mg の影響を除去するための前処理

Euglena 法は上田，佐藤等[3]によつて吟味せられた方法によることとしたが，この方法で決められている定量用基礎培地に海水を加えて加熱すると白濁を生じ比濁が不可能となる．この原因について調べた結果この白濁は海水中の Ca と Mg が基礎培地中の $(NH_4)H_2PO_4$ と Na-butyrate に作用して生ずることが分つたので，これらの燐酸塩と有機酸塩を夫々 KH_2PO_4, K_2HPO_4, K_3PO_4, $Ca_3P_2O_8$, Na_2HPO_4 及び酢酸ソーダ，リンゴ酸ソーダ，乳酸ソーダ等で置換えて見たが沈澱の生成を阻止出来なかつた．なお培地と海水とを別々に加熱殺菌し冷却後無菌的に両者を混合する方法，酸性培地の使用についても試みたが何れも定量不能であつた．依つて次に上記 Ca（約 0.04 %）と Mg（約 0.13 %）の影響を除く方法として Disodium ethylene-diamine tetra-acetate（以下 EDTA と略記）の使用を試みた．

EDTA は周知の如く水の硬度測定に使用される外 Ca, Mg の定量その他ポーラログラフへも応用せられているが，これを用うることによりほぼ所期の目的が達せられた．即ち海水に EDTA を加え（海水の Ca 及び Mg に対する所要計算量は 15 mg/cc），約 37°C に 48 時間放置し生成した結晶性物質を濾別して供試液とする方法である．以上の処理を施した海水は *Euglena* 法に於ける培地に加えて殺菌した場合にも白濁を生ずることはないが，EDTA の使用は *Euglena* の発育に影響を及ぼさないかということが問題となる．第 1 図はこの問題に関する実験結果を示したものである．

この実験を行うに当り試料として海水そのままを用いたのでは B_{12} 含量が少くて *Euglena* の発育に対する EDTA の影響を確実に観察し得ないことを予測し，B_{12} を 0.1 mγ/cc の割で添加した海水を試料として用いた．即ちこの B_{12} 添加海水に前記の方法で EDTA 処理を行い，その際 EDTA の添加量を変えた場合，処理海水の *Euglena* 発育に及ぼす影響を調べた結果である．本実験によると EDTA 使用量が海水 1 cc 当り 10—20 mg の場合 *Euglena* は正常の発育を遂げ又前記白色沈澱も生成しないが，EDTA 使用量がこれより少いと加熱によつて白濁を生じ，又これより多いと *Euglena* の発育が阻害される．依つて海水 1 cc 当り 15 mg の EDTA 使用が適量であろうと考えこの値を採ることとした．

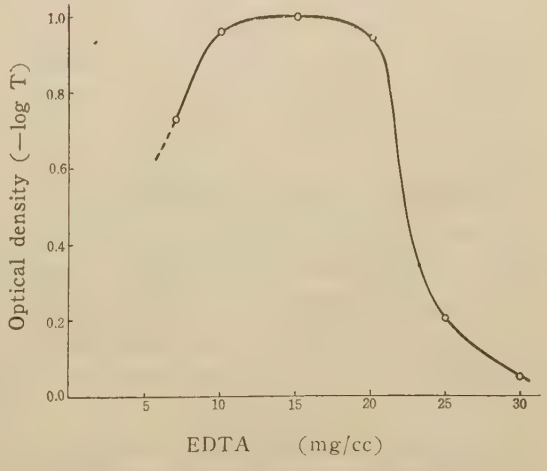


Fig. 1. Relation between the amount of EDTA added in the sea water and the growth of *Euglena*.

次にこの EDTA 使用量で処理時間を変えた場合，及び基礎培地に対するこれら各処理海水の添加量を変えた場合における *Euglena* 発育との関係を試験し，第1表の結果を得た．

Table 1. Influence of EDTA treated sea water on the growth of *Euglena*. (Turbidity : -log T)

EDTA treated sea water in basal medium (cc per tube)	Time of EDTA treatment			Control (3% NaCl added)
	16 hrs	24 hrs	48 hrs	
0.5	0.22	0.80	0.96	0.93
0.8	0.10	0.40	0.60	0.62
1.0	0.05	0.32	0.48	0.46
1.5	0.02	0.24	0.32	0.28
2.0	0.02	0.10	0.12	0.05

即ち EDTA による処理時間は 24—48 時間が必要であり，供試液の食塩濃度が 3 % の場合は tube (5cc) 当り 0.5 cc の添加量では殆んど影響が現われなかつたが，それ以上添加すると次第に *Euglena* の発育が阻害されることが分つた．これは食塩による阻害作用と考えられる．

なお海水に EDTA の結晶を加えると pH が約 3.4 になるが，そのままの状態で放置，作用せしめることが必要で，第2表に示したように中性近く又はアルカリ性に調整すると結晶性物質が生成せられず，又このように処理した海水を用うると前記の白濁は生じないが *Euglena* の発育が著しく阻害せられる．

Table 2. Relation between the treating condition of sea water by EDTA and the growth of *Euglena*. (Turbidity : -log T)

Treating condition			Growth of *Euglena*	Formation of crystalline substance	Turbidness by heating
pH	Temp.	Time			
3.4	100°C	5 mins.		—	++
〃	37	24 hrs.	0.98	++	—
6.0	〃	〃	0.00	—	—
10.0	〃	〃	0.05	—	—

2．供試海水の Cl 除去のための前処理

Euglena は淡水性原生動物であるから食塩によつてその発育が阻害されることは前記の通りである．第2図は培地における食塩濃度と *Euglena* の発育との関係を試験した結果を示したもので，食塩濃度の増加につれて *Euglena* の発育は漸次衰えるが，その程度は 0.15 % 位では殆んど影響がなく，0.4 % 位までは阻害程度が比較的軽微であるがそれ以上になると急激に著しくなることが分る．従つて assay に当つては 0.15 % 程度まで食塩濃度を減少せしめることが必要となるが，5 cc assay に於て 0.5 cc の海水を使用すれば培地における食塩濃度は約 0.3 % となり，この場合食塩含量低下の操作が望ましいこととなる．依つてその方法としてイオン交換樹脂による Cl 除去効果について実験した．即ち 3 % の食塩溶液 4cc に Amberlite IR 4B を夫々 0，1，2，3，4，5，6 g 加え，室温に 20 分間振盪後濾過したものにつき残存食塩量を測定した結果は第3図に示した如く，5 g の樹脂使用によつて食塩濃度は約 1.5 % となり測定の際の培地ではこの食塩濃度は更に 1/10 に稀釈されるので約 0.15 % となる．

次にこの操作によつて B_{12} が吸着されないかについて実験した．即ち 0.1mγ/cc の B_{12} 溶液 4cc を用い，前記食塩水で行つたと同じ方法によつて樹脂処理を行つた試料について B_{12} assay を行つたが，上の使用量では B_{12} は全く吸着されないことが証明された．

なお 5 cc assay において試料として海水 0.5cc を使用する場合には，食塩濃度は約 0.3％となるが，これは第2図から知られるように *Euglena* に対しては有害作用の少い範囲内であるから脱塩操作を省略し，その代りにこれと食塩濃度が等しくなるように食塩を加えた培地を用いて作成した標準曲線を使用して測定するという便法を採ることとしたが，これによつて定量操作は可成り簡略化され，而かも測定結果の精度を落さずに定量することが出来た．併し 0.5cc 以上の海水を使用しようとする場合には IR 4B による脱塩操作が必要となつて来ることは勿論である．

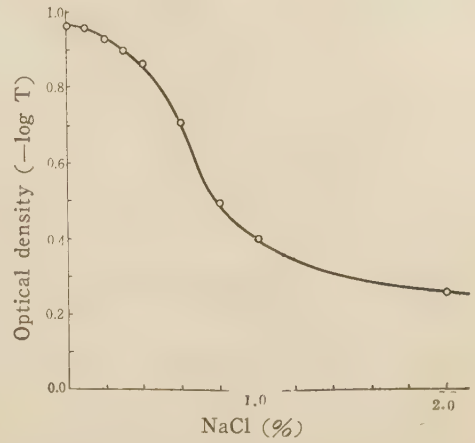


Fig. 2. Relation between the concentration of NaCl in basal medium and the growth of *Euglena*.

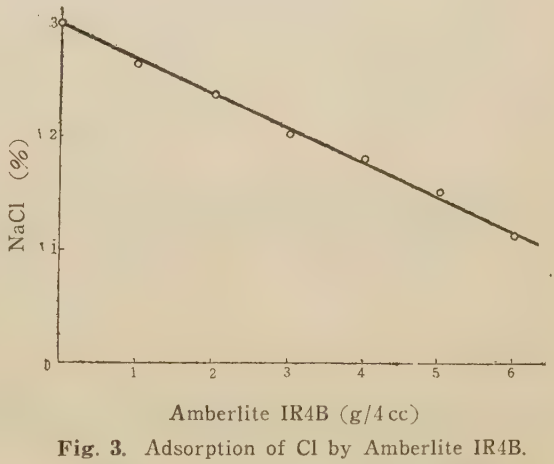


Fig. 3. Adsorption of Cl by Amberlite IR4B.

以上 *Euglena* 法を行うための海水前処理の方法を総括すれば次の通りである．

海水 5 cc に 75 mg（15 mg/cc）の EDTA 結晶を加えて約 37°C に 48時間放置し，生成した沈澱を濾別する．この濾液を試料とし *Euglena* 法によつて B_{12} を定量するのであるが，その際 5 cc assay に試料を 0.5 cc（或はそれ以下）使用する場合はそのまま用い，試験区と同一食塩濃度になるように食塩を添加した培地を用いて作成した標準曲線によつて測定する．又 0.5 cc 以上の試料を使用する場合には上記 EDTA 処理液を更に Amberlite IR 4B によつて処理し，食塩が *Euglena* の発育を阻害しない濃度になるまで脱塩した海水を用いなければならない．

この方法により海水に既知量の B_{12} を加えた試料を用いて定量した場合の回収率は 81.4—87.1 平均 84.2％を示し，又本学部裏（錦江湾）接岸海水の B_{12} 含量は 27.5mγ/l であつた．

摘　　要

海水中のビタミン B_{12} 定量方法につき研究し，海水に適当の前処理を施せば従来の *Euglena* 法により定量し得ることを知つた．

即ち海水中の Ca と Mg は基礎培地中の成分と反応して白色沈澱を生じ比濁を不可能とするが海水 1cc 当り 15 mg の EDTA を加え，約 37°C に 48 時間放置して生じた沈澱を除くことによつてこの欠陥を無くすることが出来る．又 *Euglena* の発育を阻害する海水中の Cl は EDTA 処理海水を更に Amberlite IR 4B で処理することによつて除くことが出来る．併し培地に於ける食塩濃度が低い場合（例えば 0.3 % 以下）には脱塩操作を省略し，試験区と等濃度になるように食塩を添加した培地を用いて作成した標準曲線によつて測定することも一法である．

終りに実験に協力された本多徳行氏に謝意を表する．

Résumé

Recent paper have reported on the content of vitamin B_{12} in the fishes, many other aquatic animals and seaweeds, but we have as yet very little informations as to this vitamin in sea water. The present investigation was undertaken to study the method of determination of vitamin B_{12} in sea water. As the result of this study, it was found that the content of vitamin B_{12} in sea water may be measured by microbiological assay using *Euglena* as the test organism, when sea water was treated prior to its application with EDTA and Amberlite IR 4B, for the purpose of eliminating the disturbing effect of Ca, Mg and Cl in the sample.

文　　献

1）橋本芳郎，山田茂英，森　高次郎：日水誌，**19**，135 (1953)
橋本芳郎，前田安彦：日水誌，**19**，141 (1953)
橋本芳郎，佐藤篤司：日水誌，**19**，987 (1954)
2）簗瀬正明：日水誌，**17**，389 (1952)；**18**，629 (1953)；**18**，636 (1953)；**19**，1200 (1954)，**21**，194 (1955)；**21**，197 (1955)
3）森　高次郎，橋本芳郎，前田安彦：日水誌，**19**，991 (1954)；**20**，604 (1954)
4）Droop, M. R.: J. Mar. biol. Ass. U. K. **34**，435 (1955)
5）上田喜一，槇文郎，佐藤裕：ビタミン，**4**，191 (1951)
佐藤　裕：ビタミン，**6**，200 (1953)

サクラエビの生化学的研究—I

サクラエビの一般成分について

柿本大壱・金沢昭夫

Biochemical Studies on the *Sergestes phosphoreus*-I

On General Components

Daiichi KAKIMOTO and Akio KANAZAWA

サクラエビ (*Sergestes phosphoreus*) は静岡県由比, 蒲原, 焼津地方の特産で, これらの地域以外には同一種属のものは殆んど棲息しないと言われ, 多くは素乾品に製造されている. 本邦産の小エビ類では伊勢湾, 有明湾に *Acetes japonicus* KISHI なるサクラエビ近似の種類が棲息し, 年々かなりの水揚げがあり, 佃煮, 塩辛などの原料に供せられているが, 量的にはサクラエビに遙かに及ばない. サクラエビは地方的には可成り重要な産物であるに拘らずこれまで殆んど研究の対象とされていないが, たまたま生産地出身者の試料提供と研究希望があつたのを機に, 聊かその成分について研究した. 順序としてその一般成分を測定した結果について報告する.

実験の部

1. 一般成分及び窒素成分

分析に供した試料は昭和29年3月28日, 明神丸で静岡県蒲原町魚市場に水揚げされ直ちに天日乾燥し冷室に貯蔵されていたものである. 分析にあたりこれをそのまゝ細粉し, 常法によつて各成分を定量したが, 結果は第1, 2表の通りである.

一般に甲殻類の筋肉は魚肉と異り非蛋白窒素に富むと言われているが, サクラエビに於ても明らかにこのことが示されており全窒素の約47%にも達する. 又温水可溶窒素も魚肉に比べて多いことが報告されているが, 本実験に於ても全窒素の83%以上が水溶性窒素として定量

第1表 サクラエビの一般成分

組成	風乾物100g中の含量
水分	7.26g
灰分	13.04
粗脂肪	6.20
全窒素	10.79
総酸	0.56
揮発酸	0.10
不揮発酸	0.46
還元糖(ブドウ糖として)	8.35

粗蛋白+水分+粗脂肪+灰分=93.94%

第2表 サクラエビの窒素区分

窒素区分	風乾物100g中の含量	全窒素に対する比
全窒素	10.79g	100
水溶性窒素	8.99〃	83.3
不溶性窒素	1.80〃	16.6
遊離アミノ窒素	0.91〃	8.4
純蛋白態窒素	5.73〃	53.1
非蛋白態窒素	5.06〃	46.9
塩酸可溶性窒素	0.30〃	2.7
アミド態窒素	1.13〃	10.4
ヒユーミン態窒素	1.54〃	14.2
揮発性塩基窒素	0.34mg	
アミノ態窒素(酸水解)	6.62g	61.3
モノアミノ区窒素	6.80〃	63.0
モノアミノ酸窒素	6.05〃	65.0
ジアミノ区窒素	1.32〃	12.2
ジアミノ酸窒素	0.57〃	5.2

された．この値は蛋白態窒素の少いこと丶共に既往の分析値と甚だしい相違点となつているが，本分析試料は前記のように素乾品であるから乾燥過程中に可成りの自己分解があつたためとも思われるが，この点は明らかではない．次に BUGLIA 等[1] によれば甲殻類の筋肉がモノアミノ及びジアミノ両窒素に富むといわれ，又清水氏等[2] も軟体類，甲殻類に於て同様のことを報告しているが，吾々の分析結果でも全窒素の 8.4% に相当する遊離アミノ態窒素を含んでいた．この遊離アミノ酸の多いことはエビ肉の呈味に関係あること丶考えられる．又両アミノ態窒素の比率をみるとモノアミノ態窒素はジアミノ態窒素の5倍にも当る多量を占めている．尙普通成分として還元糖の多いことも注目される所であろう．

2．アミノ酸組成

前記の如くサクラエビは遊離アミノ酸に富み，又その加水分解物に於ては著しくモノアミノ酸の含量が多いので，これらのことはその味及び体内に於ける代謝と関係ある事項と思われる．依つてこれらのアミノ酸の種類を濾紙クロマト法によつて検索した．

試料として前記エビ粉末 5 g に水 30 cc を加え，30分間室温に放置浸漬した濾液に 10% 三塩化酢酸 100 cc を加えて除蛋白し，濾液を中和後 40—50°C で約 0.5 cc に減圧濃縮したものを用いた．又加水分解液は常法によつて塩酸と煮沸し，減圧蒸溜によつて出来るだけ塩酸を除いた後中和し濾過濃縮したものを用いた．この両試料につき展開剤としてブタノール・酢酸・水（4: 1: 1）及びフェノール・水（25%）を用いる二次元法によつて検索したがその結果は第3表の通りである．

第3表　サクラエビのアミノ酸組成

アミノ酸	遊離型	加水分解物	アミノ酸	遊離型	加水分解物
グリシン	+	+	イソロイシン	—	—
アラニン	+	+	チロジン	—	+
バリン	—	+	フエニール・アラニン	+	+
ロイシン	+	+	プロリン	—	+
ゼリン	—	+	トリプトファン	±	±
スレオニン	—	+	シスチン	+	+
メチオニン	—	+	アルギニン	+	+
アスパラギン酸	+	+	リジン	±	+
グルタミン酸	+	+	ヒスチジン	+	+
オルニチン	±	±	タウリン	±	+

＋は二次元濾紙クロマト法で確認されたもの，—は検出されなかつたもの．
±は存在が明確でなかつたものを表わす．

即ち遊離アミノ酸としてグリシン，アラニン，ロイシン，アスパラギン酸，グルタミン酸，フェニール・アラニン，シスチン，アルギニン，ヒスチジン等が検出される他，オルニチン，タウリン，トリプトファン，リジン等は不明瞭であるが存在を予想される程度の斑点を与えた．又同一試料の酸水解物に於ては，グリシン，アラニン，バリン，ロイシン，ゼリン，スレオニン，メチオニン，アスパラギン酸，グルタミン酸，チロジン，フェニールアラニン，プロリン，トリプトファン，シスチン，アルギニン，リジン，ヒスチジンの17種の他タウリンが検出された．水解前後に於ける相違はバリン，ゼリン，スレオニン，メチオニン，チロジン，プロリン，リジン，タウリン等であるが，

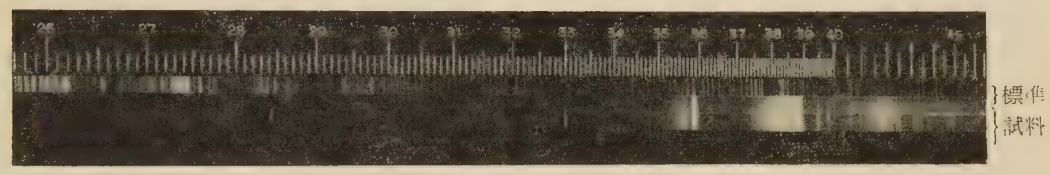
エビ素乾品の熱水抽出液には，恐らく之等のアミノ酸を構成々分とするペプタイドが存在することも予想されるが，同時に呈味の上にアミノ酸が関与している場合，こゝに遊離状態で存在するアミノ酸類とペプタイド等が重要になつて来る．之等の事項に関しては更に研究を進める予定である．

3．無機成分

サクラエビ全体を風乾した試料に於ては第1表に示したように風乾物に対し約 13％ の灰分を含有する．この組成につき燐酸，硫黄，カルシウムを常法によつて定量し第4表の結果を得，その他陽イオンを分光分析によつて検べ Cu, Fe, Al, Cd, Mg, K, Na, Mn, Sr, Ti, Pd, Ga を検出した．（第1図）なおこれら微量金属元素として Fox 及び Ramage 等[3]は エビ，カニのミールの中に Sr, Nb, Ag, Pb, Sn, Ti, V, Cr, Mn 等を分光分析によつて検出し，又 Webb[4] は海棲無脊椎動物中に Sb, As, Be, Ge, Au, Hg, Ti を検出しているが，吾々はサクラエビ中に Pd, Ga を新たに検出した．

第4表　サクラエビの無機成分（アニオン）含量

P_2O_5	SO_3	Ca O
1.588％	1.932％	2.925％



第1図　サクラエビ灰分の輝線スペクトル

要　　約

1．サクラエビ（素乾品）の一般成分を定量した結果窒素の 83％ 以上が水溶性であり，非蛋白窒素が同じく約 47％ に達し，そのうち遊離アミノ態窒素が 8.4％ を占めたが，これらは何れもエビの呈味に関係をもつことが推定される．又水解によつて多量の還元糖を生成することも成分上の特徴として挙げられる．

2．アミノ酸組成を濾紙クロマト法により検索した結果遊離アミノ酸としてグリシン，アラニン，ロイシン，アスパラギン酸，グルタミン酸，フェニールアラニン，シスチン，アルギニン，ヒスチヂンの存在を確認し，同じ試料の加水分解物に於ては上記のアミノ酸以外に，バリン，ゼリン，スレオニン，メチオニン，チロジン，プロリン，リジン，タウリンを検出した．

3．分光分析の結果無機成分として Pd, Ga の二元素を新に発見した．

本研究を行うにあたり本学柏田教授の御教示を賜り，又試料は静岡県蒲原町出身，日本輸出冷凍水産物検査協会勤務の吉田繁氏によつて提供されたものであり，又実験は同氏の協力によつて為された．附記して謝意を表す．

文　　献

1）Buglia, Contantino: *Z. Physiol. Chem.*, **86** (1913)
2）清水　亘，竹田正彦：日水誌., **18**, 233 (1952)
　清水　亘，日引重幸，柴田　栄，武田一雄：日水誌., **19**, 871 (1953)
　清水　亘，藤田真夫：日水誌., **20**, 720 (1954)
　遠藤金次，藤田真夫，清水　亘：日水誌., **20**, 723 (1954)
3）Fox, H. M., Ramage, H.: *Nature*, **126**, No. 3183 (1930)
4）Webb, D. A.: *Sci. Proc. Roy. Dublin Soc.*, N. S. **21**, 505 (1937)

サクラエビの生化学的研究—II

サクラエビの糖類について

柿本大壱・金沢昭夫・吉田　繁

Biochemical Studies on the *Sergestes phosphoreus*–II

On the Sugars

Daiichi KAKIMOTO, Akio KANAZAWA and Shigeru YOSHIDA

天然物中糖は多糖類として植物界では広く澱粉，繊維素の型で存在し，動物界では量的には遙かに少いがグリコーゲンの型で肝臓，筋肉に存在することは衆知の通りである．又五炭糖の如く生化学的に活性な物質の構成にあずかる糖も知られている．糖類の研究は濾紙クロマト法の発達にともない，近年急速に発展したが，水産動物に存在する糖類に関する研究は比較的少い．著者等は第1報[1]でサクラエビの一般成分について報告したが，その中で還元糖の含有量が比較的多いことを知つたので，本報告では糖類につきサクラエビ素乾品に分布する遊離糖を濾紙クロマト法により検索した結果，ガラクトーズ，ラムノーズ及びアミノ糖の存在を確認し得たので以下実験の詳細を記す．

実　験　の　部

1．試料の調製

サクラエビ素乾品からエーテル抽出によつて脂肪類を除いた後，50％アルコールを加え 50—60°C に4時間温浸して濾過し，濾液のアルコールを減圧下に溜出する．これに 10％の中性酢酸鉛を加え生じた沈澱を一夜放置後濾別し，炭酸ナトリウムで中和した後蒸発乾固し，再び 98％アルコールで温浸し，アルコール抽出部を減圧濃縮更に冷却すれば糖が析出するが，こゝに得た物質を水又はアルコールに溶解し糖検索の試料とした．

2．定性反応

前記の試料につき糖の呈色反応を試みた結果は第1表の通りである．これによるとサクラエビ素乾品中には一般炭水化物並びに配糖体に発色する Molish 反応が強い陽性を示し，Fehling 氏液でも陽性であるが，一般にケトーズの反応と言われる Seliwanoff 反応は陰性である．ペントーズ，ペントザン及びグルクロン酸の反応では Orcin により陽性で赤紫色の沈澱を生じた．これを 99％のアルコールに溶解すると桃色を呈するのでラムノーズの存在が推定される．

第1表　サクラエビ中の糖類定性反応

Molish 反応	Seliwanoff 反応	Fehling 氏液	Orcin HCl 反応
+	—	+	+

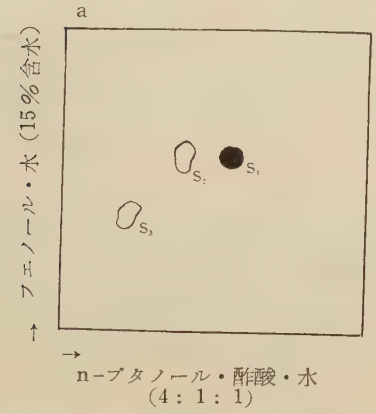
3．濾紙クロマト法による糖類の確認

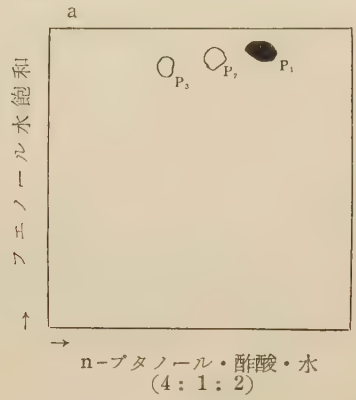
糖類の濾紙クロマト法は主として佐竹[2]の原著及び麻布[3]，市川[1]等の報文に基いて行い第2表の結果を得た．発色剤としてはアンモニア性硝酸銀及びアニリン・フタール酸を用い，展開剤としては 15％含水のフェノール及びブタノール，酢酸，水 (4: 1: 1) を用いた．表で示したようにサクラエビ素乾品にはラムノーズ，ガラクトーズが遊離糖として存在していることが推定さ

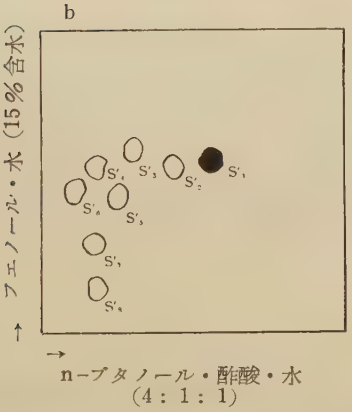
第 2 表　各種糖類の Rf 値並にサクラエビ中の遊離糖

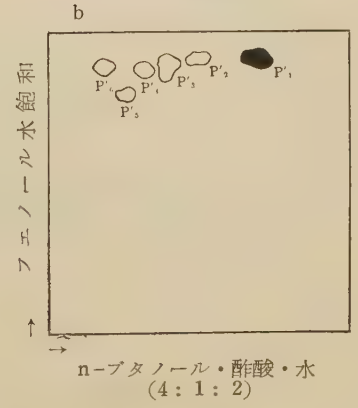
糖類 ＼ 展開剤	Rf 値							
	フエノール・水（15％含水）				n-ブタノール・酢酸・水（4：1：1）			
	1	2	3	4	1	2	3	4
ラムノーズ	0.60—0.64	0.59—0.62	0.59—0.61	0.60	0.39—0.52	0.38—0.41	0.38—0.45	0.39
アラビノーズ	0.52—0.56	0.50—0.56	0.50—0.54		0.23—0.28	0.22—0.29	0.23—0.28	
フラクトーズ	0.50—0.54	0.51—0.52	—		0.22—0.28	0.20—0.21	—	
マンノーズ	0.43—0.44	0.44—0.47	—		0.20—0.23	0.21—0.22	0.28	
ガラクトーズ	0.41—0.44	0.42—0.47	0.35—0.38	0.37	0.14—0.23	0.13—0.20	0.15—0.21	0.20
マルトーズ	0.33—0.26	0.32	0.29—0.30		0 04—0.10	0.06—0.12	0.11—0.15	
アスコルビン酸	—	—	0.10		—	—	0.36—0.45	
トレハロース	—	—	0.48—0.50		—	—	0.27—0.30	
不明				—				0.55

1. 麻生　2. 市川　3. 著者等　4. 試料









発色剤 { a：糖反応（アニリン・フタル酸）
b：アミノ酸反応（ニンヒドリン）

第 1 図　糖及びアミノ酸のクロマトグラム（ブタノール・酢酸・水(4：1：1)×フエノール水（15％含水））

第 2 図　糖及びアミノ酸のクロマトグラム（ブタノール・酢酸・水(4：1：2)×フエノール水飽和）

れるが，この他ブタノール，酢酸，水を用いた場合 Rf 0.55 に未知のスポット1個を検出した．この未知スポットはフェノール，水を用いた場合検出できないが，これはラムノーズ又はガラクトーズの Rf 価と一致しスポットが重なつているためと考え，この両者の展開剤及びブタノール，酢酸，水（4: 1: 2）とフェノール水飽和を用いる二次元を試みた．同一クロマトグラムを二枚作成し，一枚は糖の反応，一枚はアミノ酸の反応（ニンヒドリン反応）により呈色せしめた．その結果は第1及び第2図の通りである．

即ち一次元ブタノール，酢酸，水（4: 1: 1），二次元フェノール，水（15％含水）に於けるクロマトグラム（第1図）のうち，糖反応（a）により3個のスポット S_1, S_2, S_3 を得，ニンヒドリン反応（b）により8個のスポット $S_1', S_2', \cdots\cdots S_8'$ を得た．スポット S_2 はラムノーズ，スポット S_3 はガラクトーズで第2表と一致し，Rf 0.60×0.55 のスポット S_1 はフェノール，水（15％含水）ではラムノーズと一致するが，ブタノールでは 0.55 を示す未知スポットである．同一展開剤のクロマトグラムにおけるニンヒドリン反応によるスポット8個のうち S_1' は糖反応スポット S_1 と一致し同一物質であることがわかつた．即ちこの Rf 価 0.60×0.55 なるスポットは糖呈色とアミノ酸呈色を同時に与えるアミノ糖であることを確認した．

次に展開剤一次元ブタノール，酢酸，水（4: 1: 2），二次元フェノール水飽和を用いた場合のクロマトグラム（第2図）のうち，糖反応（a）で P_1, P_2, P_3 の3個，ニンヒドリン反応（b）で $P_1', P_2', P_3', P_4', P_5', P_6'$ の6個のスポットを得たが糖反応 P_1 とニンヒドリン反応 P_1' は同一物質で糖呈色，アミノ酸呈色を同時に与えた．P_2 はラムノーズ，P_3 はガラクトーズで第1図と同様の結果を得た．

以上の実験によりサクラエビには遊離糖としてラムノーズ，ガラクトーズ及びアミノ糖の存在を確認した．アミノ糖の存在に関しては R. E. Strongs, J. J. Powell[3] が *B. Subtilis*, *B. megatherium* 及び *B. cerius* の胞子中からヘキソサミンの存在を確認したのと同一の現象であり，此のサクラエビで分離された斑点はヘキソサミンであろうと推定される．

4．プランクトンの糖類

前記実験の結果からサクラエビにラムノーズ及びガラクトーズのような一般に植物体に存在の知られている糖類が分布していることは，索餌と深い関係があるように考えられる．依つて同地方で得られたプランクトン *Paracalanus* についてサクラエビと同様な方法で糖の検索を行つた結果ガラクトーズ，ラムノーズを検出することが出来た．然し乍らこの事実から直ちに *Paracalanus* がサクラエビの飼料となり，この中の糖がエビに移行したものと断定することは出来ないにしても，斯かる両生物に共通の糖類が存在していることは甚だ興味のあることゝ言える．

要　　約

1．サクラエビに存在する遊離糖としてガラクトーズ，ラムノーズを検出したが，同じ海域から得たプランクトンにも同一の糖が存在することが確かめられた．

2．サクラエビ中にアミノ糖と予想される化合物が存在することを確かめた．

終りに臨み終始御懇篤な御指導を賜つた柏田研一教授に謝意を表す．

文　　献

1）柿本大壱，金沢昭夫：本誌，**5**，155（1957）
2）佐竹一夫：クロマトグラフ，共立全書，P. 98（1952）
3）麻生　清，柴崎一雄，松田和雄，山内文雄，森　　健，関口茂雄：醗酵工学.，**29**，167（1951）
麻生　清，柴崎一雄，松田和雄，山内文雄：醗酵工学.，**29**，191（1951）
4）市川邦介：醗酵工学.，**28**，182（1950）
5）R. E. Strongs, J. J. Powell: *Biol. J.*, **58**, 80 (1954)

魚類血液の生化学的研究—XII.

Hemochromogen 及び Chlorohemin 結晶形の種属的差異について

斎藤　要

Biochemical Studies on the Fish-Blood–XII.

On the Difference in the Crystalline Type of Hemochromogen and Chlorohemin by Species

Kaname Saitō

緒　言

著者は先に魚類を主体とした脊椎動物が，その分類学上の位置によつて血液の理化学的性質にかなりの相違が認められる場合のある事を報告した.[1),2)]

最近松浦等[3)]は魚種により Hemoglobin の結晶形が異なる事を認め，これが種特異性を反映するものか否かについては後日検討すると予告している．一般に Hemoglobin の性質が動物の種類によつて異なるのは，それを構成する Globin の相違に基くもので接合分子である Heme には種による特性はないものと考えられている．然るに Heme の誘導体である Hemochromogen と Chlorochemin の結晶形には種特異性があるとの見解も発表[8),9),11)]されているので，著者は魚類を主体とした各種動物の血液より一定条件で両結晶を調製し，その結晶形について比較生化学的見地より検討した結果，若干の知見を得たので報告する．

なお，かかる物質の結晶形は析出条件の如何で変化するとも報告[4)]されている事より顕微鏡下で観察した，その形状のみで各結晶間の本質的差異は論じ得ないものと思われる．従つて次に述べる結晶形の異同は所定の条件下に於ける見掛け上の性質と解すべきである．

実験材料

本実験に使用した材料は人，家兎，ニワトリ及び魚類の血液である．魚類は Fig. 1 と 2 に示した魚種，即ち淡水魚3種，海産硬骨魚16種，海産軟骨魚6種で，海産魚は主として1955年10月から翌年3月にわたり鹿児島湾及びその南方海上で捕獲した生魚の心臓より採血した血液を用い，一部は鹿児島市中央市場に水揚げされた死魚（図中○印で示した魚種）を使用した．

1．Hemochromogen (Hemochrome) の結晶

窒素を含む塩基性物質と Heme との結合物を一般に Hemochromogen 又は Hemochrome と称している．本結晶は Hoppe-Seyler と荒木[5)]等が Hemoglobin に NaOH を加え 100°C に加熱して得たのであるが，その生成条件については Kalmus[6)], Fontes[7)], 高山[5)]等により詳細に研究されている．

元来 Hemochromogen の結晶はその生成の有無によつて Hemoglobin 及びその誘導体の存否を簡単に証明し得る事，並びに後述する Hemin の結晶を生成し得ない程度に時日を経過した古い血液からも容易に結晶が得られる事等より，主として法医学の分野で血痕証明の手段

として重要視されている．

ところで動物の血液より得られる本結晶の形態に種属的な差異の認められる事を DILLING[8] 及び岸上[9] 等が報告しているが，著者は更に数種の陸上動物と各種硬骨及び軟骨魚類の血液より同一条件で結晶を調製し，その結晶形が供試動物の分類学上の位置によつて異なるか否かについて検討した．

実　験　方　法

試薬： 本結晶の調製には DILLING[8], STOCKES[7], 高山及び星野[7] 等の考案した各試薬が用いられているが，何れも血球溶解剤と還元剤を含有するものである．各試薬について比較検討した結果，結晶の生成能力とか標本の鮮明度等より高山氏の試薬，殊に同氏の第二試薬（30％葡萄糖溶液 100 cc, 10％ NaOH 溶液 3 cc, Pyridine 3 cc の混合液）が最も適当と思われたので，本実験では専ら同試薬を用い次記の操作により結晶を調製した．

結晶析出操作： 供試血液の1～2滴を“オブエクトグラス”上に取り，これを塗抹して乾燥後，前記試薬の一滴を加え“デッキグラス”で蓋い，電熱器上で初め赤褐色の血液が漸次紅色を帯び小気泡を生ずる迄徐々に加熱（初温度約 50°C, 終温度約 90°C）した後“デッキグラス”を軽く圧して過剰の試薬を除去し，その周縁を KRÖNIG の 封剤で封鎖し約 20°C に放置した．かような結晶析出条件で供試動物1個体につき2～5枚の標本を作成し，1時間及び 24 時間後に顕微鏡にて結晶形を観察した．

実験結果及び考察

供試動物の血液から得られた Hemochromogen の結晶は多く赤色で他に緑色のものも混在する．その代表的な顕微鏡写真（15×10 倍）は Fig. 1 に示した如くである．

各標本に認められた形態を個々に記載する事は繁雑であるから次に一括して述べる．従来本結晶は一般に顕微鏡下で観察される形を形容して針状，菊花状，房状，燕尾状の如く表現されているが，全標本につき個々の結晶形を綿密に検鏡した結果，基本形とその変形及び集合形の3つに分類し得る事を知つた．

各試料共に基本形と考えられるものは針状と板状で之等は供試動物の種類或は生体及び死体の別なく何れの血液でも共通であつた．変形又は集合形としては十字状，房状，菊花状，草根状を呈するものが多くの標本で認められた．岸上[9] は草根状の結晶には種属的特性があると述べているが，本実験の結果では図示せる如く魚類の各種属は勿論，陸上動物の血液にもかなり普遍的にみられた．

稀有形としての円形は人間及び イタチザメ の血液に各1例，又集合形の稀有形としては雪花状が人間及びウサギに1例，彗星状がブリに2例，マカジキに1例観察された．しかしこれらの稀有形は動物の同種間は勿論，同一個体の血液より作成した標本中でもその発現は甚だ稀であつた．従つてかように頻度の極めて低い稀有形により種属的差異を論ずる事は疑問である．即ち供試魚の各種間は勿論人間と魚の如く分類学上の位置の可成り異なる動物間でも，顕微鏡下で観察される本結晶形には見掛け上の差異は殆んど認められず，その結晶形により種族を鑑別する事は不可能と思われる．

2．Chlorohemin（Hemin）の結晶

Hematin の塩化物を Chlorohemin 或は単に Hemin と称している．これは Hemoglobin を NaCl の存在下で氷酢酸にて処理すれば比較的容易に褐色菱面体の結晶として得られる．本

結晶は TEICHMANN (1853年) により発表されたので TEICHMANN の結晶[10] とも称し，動物の種類により特定の形状を有し，その結晶形より種族の鑑別を行い得るとも述べられている[11]. 本結晶については従来陸上動物，主として哺乳類の血液を材料として研究されており，著者の調べ得たかぎりでは魚類を主体とした報告はないようである．そこで著者は数種の陸上動物と各種硬骨及び軟骨魚類の血液より同一条件下で結晶を調製し，その結晶形が供試動物の種属並びに系統的な位置によつて異なるか否かについて検討した．

実　験　方　法

試薬： 本結晶の調製法は WILLSTÄTTER[12] 及び HOPPE-SEYLER[13] 等により報告されているが，何れも比較的多量の血液又は Hemoglobin を用い，NaCl と氷酢酸の存在下に加熱して作成する方法である．魚類では小型の種類も多く，各種について多量の血液を得る事は困難であるので，本実験では微量の血液でも実施可能な STRASMAN 法[10] (試薬：5% NaCl 溶液 10cc，氷酢酸 50 cc の混合液) により調製した．

結晶析出操作： 供試血液の1～2滴を“オブエクトグラス”上に取り，これを塗抹して乾燥後前記試薬の一滴を加え“デッキグラス”で蓋い，電熱器上で赤褐色の血液が漸次暗褐色を帯び小気泡を生ずるまで徐々に加熱 (初温度約 50°，終温度約 90°C) し，以下前述の Hemochromogen の標本作成と同様に処理し，顕微鏡にて結晶形を観察した．

実験結果及び考察

本結晶は何れも褐色で前述の Hemochromogen の結晶より，その形成は幾分困難で標本の鮮明度も劣る．特に鮮度の低下した魚体から得た血液よりは，同一操作でも結晶が得られない場合のある事をしばしば経験した．

各供試動物の血液より得られた Chlorohemin の代表的な顕微鏡写真 (15×40 倍) は Fig. 2 に示した如くである．

各標本に認められた形態を個々に記載する事は繁雑であるから次に一括して述べる．本結晶は前述の Hemochromogen の結晶形よりかなり単純化されており，複雑な変形及び集合形は殆んど認められなかつた．

一般に基本型と考えられるものは菱形の板状と棒状 (柱状) であるが，魚類では更に鈎垂形のものがかなりの頻度で認められた．これらの集合形の稀有形としては星形がウツボ，シロザメに各1例，十字形がニワトリ，フナ，タチウオ，マダイ，マグロ，ツノザメに各1～2例，ウナギ，フナ，コイに各2例以上観察された．市場に水揚げされた死魚の血液より作成した標本では特に結晶幅の大きい鈎垂形のものが基本形より多くみられた．しかも軟骨魚及び硬骨魚を含めた各供試魚種間の結晶形には特異的な差異は殆んど認められなかつたが，人間その他の供試陸上動物と魚類間では図の結果よりも諒解される如く，一般に魚類の方が鈎垂形の結晶の出現がはるかに多い傾向が認められた．従つて本実験条件下に於ては Chlorohemin の結晶形より両者を鑑別する事が或る程度までは可能と思われる．

要　　約

人間，家兎，ニワトリ及び各種魚類の血液より一定条件で Hemochromogen と Chlorohemin の結晶を調製し，顕微鏡下で観察される形が動物の分類学上の位置によつて異なるか否かにつ

いて検討した結果，赤血球の形態及び特数並びに血清蛋白質組成等にみられた如き明確な動物の種属並びに系統的な位置による特異性は認められなかつた．

1）顕微鏡下で観察される Hemochromogen の結晶形には供試魚種間は勿論，人間と魚類の如く分類学上の位置がかなり異なる動物間でも見掛け上の相違は認められず，その結晶形により動物の種属を鑑別する事は不可能であつた．

2）Chlorohemin の結晶形にも供試魚種間の明確な相違は認められなかつたが，供試哺乳動物と魚類のものを比較すると一般に魚類の方が紡垂形を成す結晶の出現率がはるかに高く，その傾向より両者を鑑別する事が或る程度までは可能と思われる．

終りに本研究を行うに当り御教示を賜わつた本学部高田幸二教授に謝意を表する．

Résumé

After preparing, under a fixed condition, some crystals of Hemochromogen and Chlorohemin from human, domesticated rabbits, hens and fishes blood, the author examined whether the types of those crystals showed any difference in accordance with the varying status in the Zoological classification of those organisms.

And the following results were obtained.

1) As to the types of crystals of Hemochromogen observed under microscope, no intrinsic difference was to be observed, even in cases of those animals with a considerable remote relationship in the Zoological classification; e. g. between fishes and humanbeings, to say nothing of the cases within the various kinds of fishes. Then, it is not possible to infer the kind of the animals by only relying upon the types of the crystals.

2) As to the crystal types of Chlorohemin; in cases of fishes no definite difference was to be discerned between any two kinds, but in cases of the comperative research on the difference between human and fishes, generally, the crystals prepared from the fishes were observed to show the far more advanced emerging frequency of the spindle-shaped types than those prepared from the human blood.

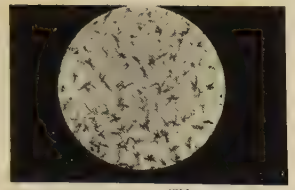
Accordingly, this feature in the types of crystals may be regarded as an index for the discrimination of these two different kinds of organisms.

文　　献

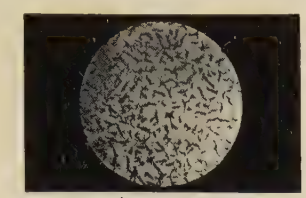
1）齊藤　要：日水誌., **19**, 1134, 1139 (1954), **20**, 196, 881 (1955).
2）齊藤　要：日水会，1955年4月年次大会にて発表（於東京）.
3）松浦文雄，橋本周久：日水誌., **21**, 1158 (1956).

4) R. A. Lawrie: *Nature*, **167**, 802 (1951).
5) 古畑種基: "法医学" 南山堂, 東京, (1953), pp. 122.
6) E. Kalmus: *Z. Physiol. Chem.*, **70**, 217 (1910).
7) G. Fontes: *Arch. mal. Reins etc.*, **1**, 211 (1922).
8) Dilling: "Atlas der Kristallformen u. d. Absorptionsränder der Hämochromogen" (1910), (文献9より引用).
9) 岸上繁次郎: 社会医学雑誌, No. 472, 259 (1925).
10) 中田篤郎: "中田新法医学" 南山堂, 東京, (1949), pp. 63.
11) 岩波: "理化学辞典" 岩波書店, 東京, (1953), pp. 1236.
12) R. Willstätter: *Ann. Chem.*, **373**, 232 (1910), **385**, 197 (1911).
13) F. Hoppe-Seyler, Thierfelder: "Physiologisch- und Pathologischchemische Analyse," (Julius Springer, 1924), pp. 403.

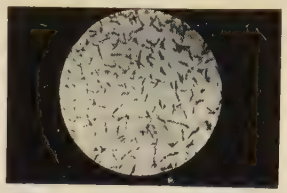
Fig. 1. Hemochromogen crystals prepared from the blood of various animals. (15×10) ··· 1.



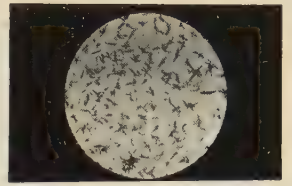
人　間
Human



家　兎
Oryctolagus cuniculus var. *domesticus*

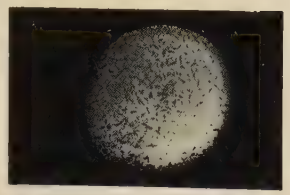


ニワトリ
Gallus gallus domesticus

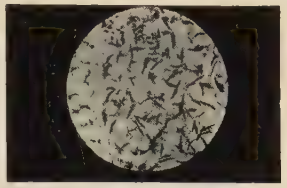


コ　イ
Cyprinus carpio

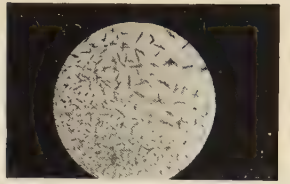
フ　ナ
Carassius auratus



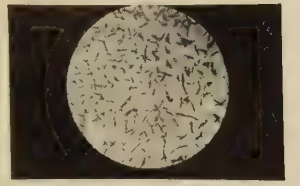
ウナギ
Anguilla japonica



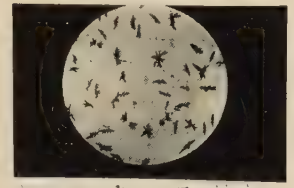
サバフグ
Lagocephalus lunaris



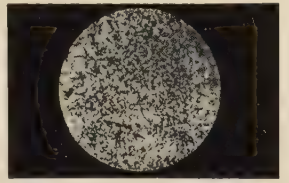
ボ　ラ
Mugil cephalus



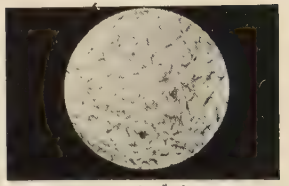
マアナゴ
Astroconger myriaster



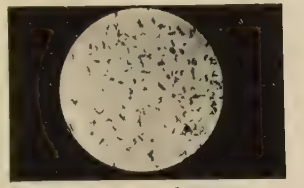
キ　ス
Sillago sihama



マダイ
Chrysophrys major

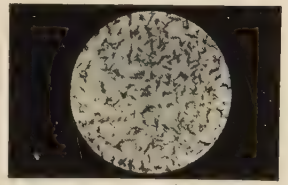


ヒメダイ
Pristipomoides filamentosus

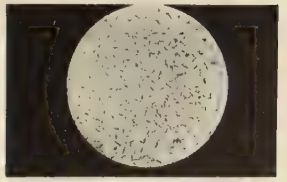


ア　ラ
Niphon spinosus

マイワシ
Sardinops melanosticta

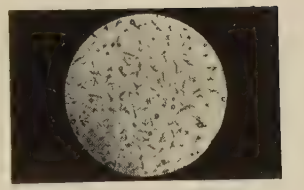


サワラ
Scomberomorus niphonius

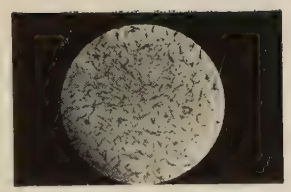


シイラ
Coryphaena hippurus

Fig. 1.··· 2.



タチウオ
Trichiurus lepturus

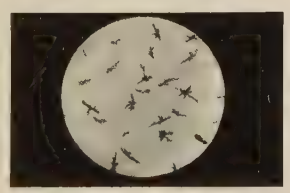


マカジキ
Makaira mitsukurii

マグロ
Thunnus thynnus

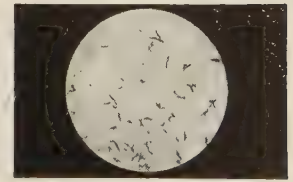
○マグロ
Thunnus thynnus

キハダマグロ
Neothunnus albacora

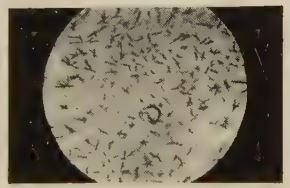


○キハダマグロ
Neothunnus albacora

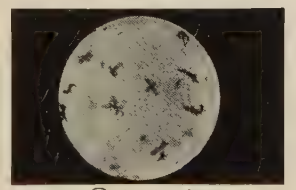
ゴマサバ
Scomber tapeinocephalus



○ゴマサバ
Scomber tapeinocephalus

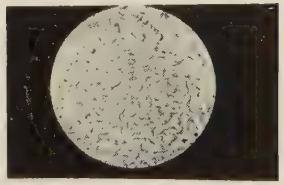


カツオ
Katsuwonus pelamis

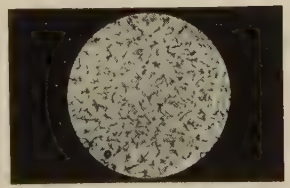


○カツオ
Katsuwonus pelamis

アカエイ
Dasyatis akajei

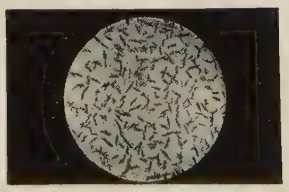


イタチザメ
Galeocerdo arcticus

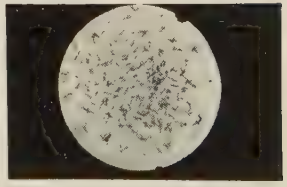


ツノザメ
Sgualus mitsukurii

シロザメ
Mustelus griseus



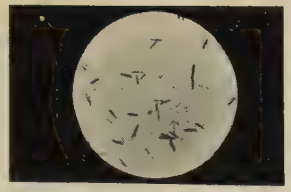
シュモクザメ
Sphyrna zygaena



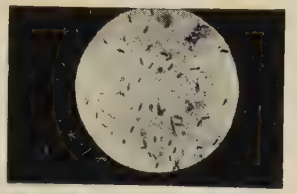
ツマジロ
Carcharhinus albimarginatus

○ : Crystals prepared from the blood of fish hoisted afresh on the market from the sea.

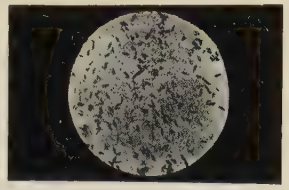
Fig. 2. Chlorochemin crystals prepared from the blood of various animals. (15×40) … 1.



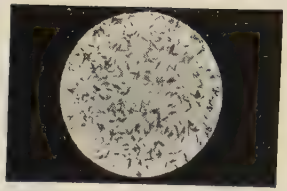
人　間
Human



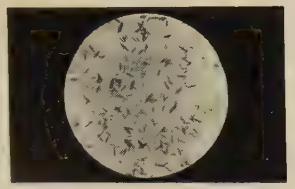
家　兎
Oryctolagus cuniculus var. *domesticus*



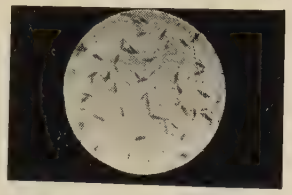
ニワトリ
Gallus gallus domesticus



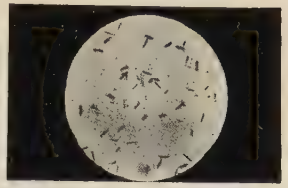
コ　イ
Cyprinus carpio



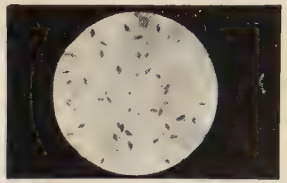
フ　ナ
Carassius auratus



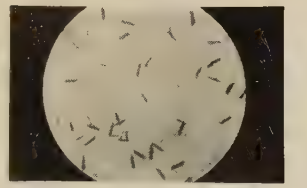
ウナギ
Arguilla japonica



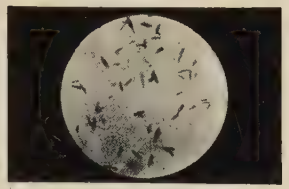
サバフグ
Lagocephalus lunaris



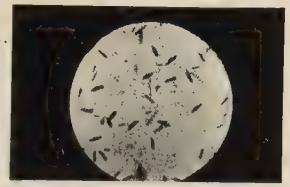
ボ　ラ
Mugil cephalus



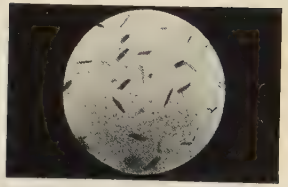
ヒメダイ
Pristipomoides filamentosus



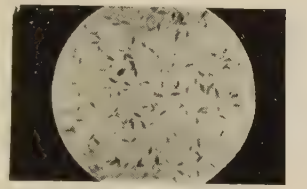
マダイ
Chrysophrys major



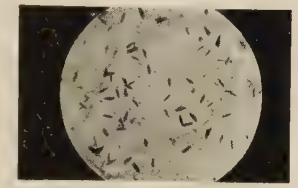
ア　ラ
Niphon spinosus



マイワシ
Sardinops melanosticta

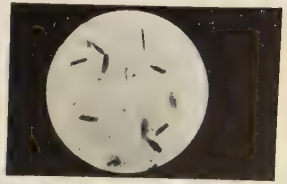


ブ　リ
Seriola quinqueradiata



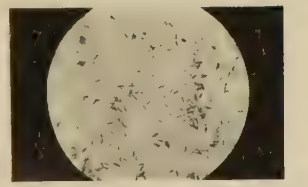
マアジ
Trachurus japonicus

タチウオ
Trichiurus lepturus

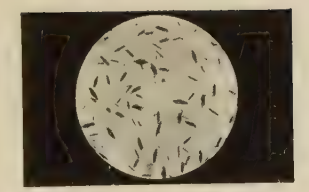


シイラ
Coryphaena hippurus

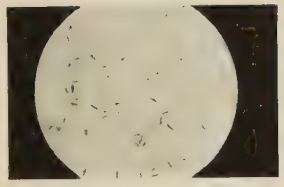
Fig. 2.··· 2.



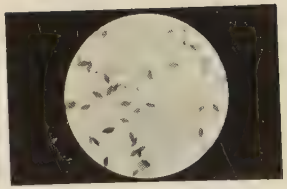
マカジキ
Makaira mitsukurii



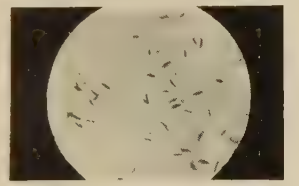
クロカジキ
Makaira mazara



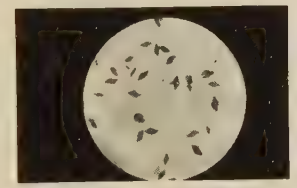
マグロ
Thunnus thynnus



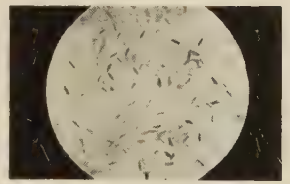
○マグロ
Thunnus thynnus



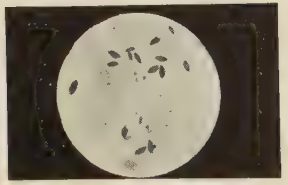
キハダマグロ
Neothunnus albacora



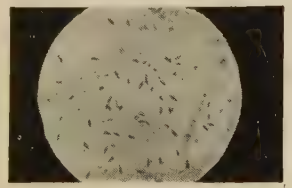
○キハダマグロ
Neothunnus albacora



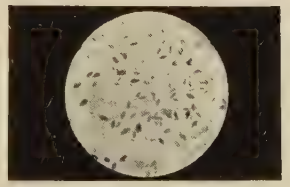
ゴマサバ
Scomber tapeinocephalus



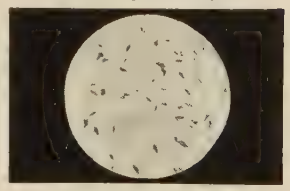
○ゴマサバ
Scomber tapeinocephalus



カツオ
Katsuwonus pelamis

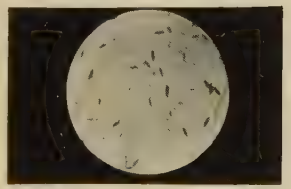


○カツオ
Katsuwonus pelamis

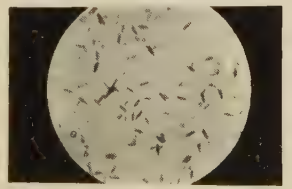


アカエイ
Dasyatis akajei

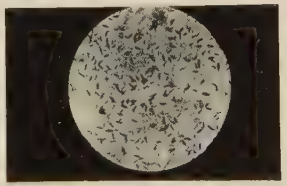
イタチザメ
Galeocerdo arcticus



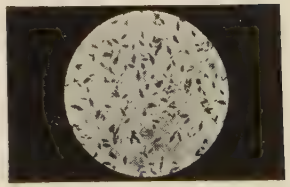
ツノザメ
Squalus mitsukurii



シロザメ
Mustelus griseus



シュモグザメ
Sphyrna zygaena



ツマジロ
Carcharhinus albimarginatus

○ : Crystals prepared from the blood of fish hoisted afresh on the market from the sea.

魚類の肉質変化に関する生化学的研究-II.

各種動物筋肉の Myosin 系蛋白質とその ATPase 作用について

斎藤　要・日高富男

Studies on the Biochemical Change in the Fish Muscle-II.

On the ATPase Activity and Amount of Myosin Fractions Isolated from Several Animals

Kaname Saitō and Tomio Hidaka

緒　　言

一般に動物の種類により筋肉構成蛋白質の組成並びにその理化学的性質が異なる事は知られているが，最近筋肉の主要成分である actomyosin を構成する二種類の蛋白質中，myosin は種に特有のものであり，actin は器官に特有のものであると報告されている[1]．従つて筋肉 myosin 系蛋白質は系統的に異なる哺乳動物と魚類間は勿論，魚類相互間にも種属的な相違のある事が一応考えられる．更に又この myosin 系蛋白質は筋肉の主要成分をなしている事より，動物の種類による筋肉の感能的相違或はその理化学的性質の特性には筋肉中の該蛋白質の諸性質が支配的一要素をなしている事も予測されるのである．

斯様な見解に基づき著者等は獣肉と魚肉との相違並に魚肉の加工処理の過程における変質及び変敗現象等を，主として myosin 系蛋白質の質並びに量的な変化と関連づけて一連の研究を進めているが，本報では家兎，ニワトリ及び数種の魚類を材料として，所定の条件下における筋肉 myosin 系蛋白質の抽出量と ATPase としての活性度及びその安定性を，試料の系統的或は種属的な位置と関係づけて比較検討した結果若干の知見を得たので報告する．

実　験　の　部

1．実験材料　魚類では淡水魚のコイ *Cyprinus carpio* 及び海産魚のマサバ *Scomber japonicus*，ゴマサバ *Scomber tapeinocephalus*，マアジ *Trachurus japonicus*，チダイ *Evynnis japonica*，キス *Sillago sihama*，ツノザメ *Squalus mitsukurii* 等を使用し，又対照として陸上動物の家兎，ニワトリをも実験に供した．供試動物はすべて実験直前に断頭死又は頸動脈切断による放血死せしめて，魚肉では血合肉を除いた精肉を，家兎では背肉，ニワトリは股肉を切出し冷所で肉挽機にかけて myosin 区の抽出に供した．

2．myosin A, B 及び純 myosin 区の調整法　myosin A及びB区は前報[10]の如く Bailey 法[2]に準じて，短時間抽出物を myosin A区，長時間抽出物を myosin B区として各々抽出精製した．純 myosin 区は Szent-Györgyi 法[3]に従い 0.3 *M* KCl 溶液による短時間抽出区分に ATP を過不足なく添加し actomyosin を超沈澱せしめて除き myosin だけを精製単離した．

3．ATP の調製法　頸動脈を切つて放血死に至らしめた犬の筋肉を手早く切出し，冷所にて筋基質及び脂肪等を除き精肉のみを肉挽機にかけ，この挽肉を 3～5 倍量の冷アセトンで固定し，更に温アルコール処理を施して脱水風乾して乾燥筋末とする．この筋末を水にて数回抽

出しその液を合して酢酸添加処理によりグリコーゲン，不純蛋白質等を除去し，この清澄液に酢酸第二水銀を加え ATP の水銀塩を沈澱してとり，それを H_2S を通じて分解，ATP を遊離して以下全く KERR法[4]に従い ATP を Ba 塩として精製し結晶標品とした．ATPase の基質には Na_2SO_4 処理により ATP-Na 塩として用いた．

4．ATPase 活性度測定法とその表示法　LOMMAN[12]等は筋肉の 0.9％ KCl 抽出物をそのまゝ ATPase 酵素液として使用しているが，之等の中には当然 ATPase と共に他の燐酸関与の酵素系（例えば ADPase）も混在する事が考えられる．従つて斯様な粗酵素液より真の ATPase 活性を求める事には不都合が感じられるので，著者等は前述の精製 myosin 区を酵素として BAILEY[2] が家兎 myosin 区について行つた方法に準じて力価を測定した．（コイ筋肉 myosin 区の ATPase としての酵素学的諸性質については 第III報[11]参照）．その活性度は次式により 37°C で5分間反応させた時に myosin 区蛋白質 1 mg により遊離するP の1時間当りの γ 数を仮想ガスの μl 数で示す Qp なる単位で表わした*．

この場合の無機燐の測定は FISKE & SUBBAROW 法[5]により，又 myosin 態窒素の定量には Biuret 法により定量した．

実験結果及び考察

I．各供試動物筋肉よりの myosin 区抽出量と ATPase 活性

一般に生筋中の所謂 myosin には純 myosin と，これに actin が結合した actomyosin との2種があつて，この myosin と actin との結合又は解離に伴う ATP の酵素的分解，合成作用によつて動物は生活エネルギーの一部を保持しているものと考えられている．ところが動物の生活時には之等の反応系は生理的均衡を保つているが，死後には反応が不可逆に進行してその均衡が破れる事は筋肉 ATP の死後変化曲線（前報参照）の様式からも推測されることであり，それに伴い死後の肉質変化とその間における myosin と actomyosin の量並びに質的な変化も当然考えられる．従来筋肉中から自然状態の myosin 区を抽出するには中性塩溶液を用いて溶解分離する種々の方法が試みられているが[2),3),6),7]，その定量値は抽出法或は精製程度によつてかなり異なり，その絶対量を求める事は困難である．更に myosin 系蛋白質は極めて不安定で之を筋肉細胞から抽出分離する際も既に或種の変化をうける事が報告[8]されている．従つて筋肉中における両者の量的関係を知る為には尚検討すべき問題が多くある．又 ATPase として作用する myosin に対する actin の影響に関する研究は少く，myosin-ATPase と actomyosin-ATPase の関係は明確でない．斯様な見地より著者等は基礎実験として家兎，マサバ及びコイの筋肉を試料とし myosin と actomyosin を夫々主成分とすると考えられている myosin A及び B区並びに ATP 添加処理によつて得られる純 myosin 区の三者を各々抽出精製して，各区の量的関係並びに ATPase 活性度を求めて比較検討した．その結果は Table 1 の如くである．即ち各 myosin 区分の KCl 抽出原液中に含まれる蛋白質量には試料の種属による差は少いが，本実験の結果では家兎肉よりも魚肉の方がやゝ多く，更にコイよりマサバが多い結果となつている．一般に組織が感能的に柔軟であると考えられる動物の筋肉程 KCl 可溶性蛋白質の量が多くなるようで，この傾向は更にニワトリ，アジ，チダイ，キス等の間でも認め

* $Qp = \frac{\mu g \cdot P \times 22.4/31}{mg \cdot N \times 6} \times \frac{60}{5}$

Table 1. ATPase activity and amount of myosin fractions isolated from several animals

Sample	Fractions	Protein-N mg./100 g.		ATPase activity of puri. fract. (Qp Value)
		KCl extract	Purified fraction	
Rabbit	myosin A	925	453	1250
	myosin B	1400	525	1710
	myosin (pure)	825	113	1540
Carp	myosin A	1025	463	630
	myosin B	1350	475	760
	myosin (pure)	450	—	—
Mackerel	myosin A	1450	750	430
	myosin B	1600	880	575
	myosin (pure)	587	—	—

られた．又各試料とも myosin A 及び B 区の抽出量には大差なく，之に対し純 myosin 区分の原液は家兎では myosin A 及び B 区の約 1/2，コイ，マサバは約 1/3 の抽出量であつた．更にこの抽出原液を再沈澱処理によつて精製した myosin A 及び B 区の収量は夫々の原液の 1/3～1/2 量であつて，その収量の材料的な相互関係は原液にみられた関係と略々同様であつた．

次に精製純 myosin 区量は家兎においては myosin A区の約 1/3 量が得られたのに対し，魚肉では各魚種ともに殆んど検出出来なかつた．従つて魚肉の場合には，myosin を主成分とすると云われる myosin A区も殆んど actomyosin からなるものと推測される．尙この場合魚類の死後既に筋肉中で myosin が actin と結合するものか，或は抽出操作中に変化するものであるかは検討中である．何れにせよ死直後の家兎肉と魚肉との間には純 myosin 含量において特異的な差異が見出された．Roth[9] はコイ肉中には l-myosin が認められないと報告しているが，この l-myosin と本実験の純 myosin との同定は不明である．

又各 myosin 区 ATPase 作用の Qp 値は myosin B区が myosin A区よりもやゝ大であり，myosin A区と純 myosin 区とでは類似した活性を示したが，この程度の精製標品では明確な相違は認められなかつた．即ち本実験では myosin の ATPase 作用に関し actin 結合の有無は活性度に対し影響しないと云う説[3] を肯定する結果が得られた．

II. 死後経過時間による家兎筋肉 myosin 区抽出量の変化

魚肉の鮮度低下によつて見掛上の myosin A 及び B区 の定量値が変化する事は前報[10]で述べたが，筋肉中の myosin と actin との結合割合或は ATP 量の変化によつて筋肉の収縮，弛緩が起ると云う従来の見解より考え，死後の筋肉では ATP の分解に伴い死後硬直が進行し，同時に myosin と actin とが不可逆的に結合して actomyosin になる事も考えられる．

前述の如く本実験では家兎肉にのみ純 myosin 区が検出されたのであるが，この純 myosin 区も死後時間の経過に伴い量的に変化する事が予測されるので，次の実験を追試した．即ち放血直殺後の家兎肉を 25°C に放置し所定時間毎に myosin A, B 及び純 myosin 区量を求めた．結果は **Fig. 1** の如くである．

この結果によれば家兎肉では myosin A 及び B区は放置後 8 時間迄は抽出量に殆んど変化はないのに対し，サバ肉について同一条件で行つた実験[10]では放置後 8 時間で myosin A 及び

B区の抽出量は共に死直後の約 1/3 量に減少した.

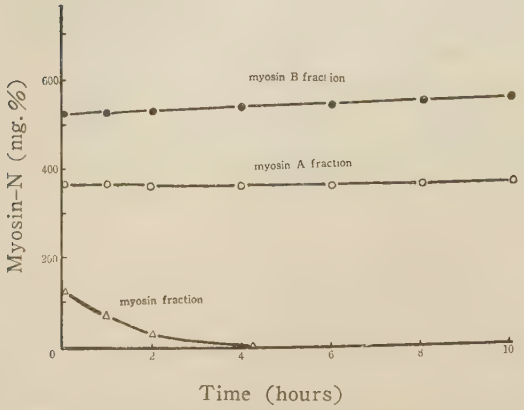


Fig. 1. Changes in amount of myosin fractions of rabbit muscle during storage at 25°C.

次に純 myosin 区は死後経過時間に従い漸次減少して 4 時間後頃に消失する結果を得た. 即ち死後或時間を経過した場合には家兎肉においても純 myosin 区は検出されないのである. 又純 myosin の減少に対し myosin A 及び B 区量には余り変化がなかつた.

以上の結果は魚肉が獣肉に比して死後硬直が早く起り, しかも変質し易い事と何等かの関係が有るとも考えられるが, その詳細については目下検討中である.

III. 各供試動物筋肉から抽出した myosin A区の Qp 値

筋肉の収縮性蛋白質である myosin 系蛋白質に関しては ENGELHARDT[3]の myosin-ATPase 作用の発見以来, これが生活エネルギーの支配的 要因をなす事より今日迄幾多の酵素化学的な研究が行われている. しかし 方生体にとつて最も本質的で且つ重要な問題である筋肉の運動性とその主成分をなす myosin 系蛋白質の ATPase 作用との相互関係についての研究は少いようである. そこで家兎, ニワトリ及び各種魚類を材料とし動物の系統学上の位置或は種属の相違により myosin 区蛋白質の ATPase 活性度が異るか否か, 又それが材料の運動性と如何なる関係があるかを知るため各種筋肉から myosin A区を抽出精製してその単位量当りの ATPase 力価を比較した結果は Table 2 の如くである.

即ち本実験結果によれば運動の活潑な洄游魚に対し, 低棲魚と淡水魚の方が Qp 値が大なる傾向となつているが, この程度の差が有意のものであるか否かは未だ追試の要がある. 更に魚の捕獲時における苦悶状態は同じ漁法であつても運動活潑な洄游魚と不活潑な底棲魚とでは異る事等を考えると魚類の種属間に見られる Qp 値の相違が本質的なものか或は致死前後の諸因子による後発的な差異であるかは明確でなく, 本実験では運動性と筋肉 ATPase 作用との関係については一定の見解は得られなかつた.

次に魚肉 myosin A区 の Qp 値は同一処理によつて得られた家兎及びニワトリのそれに比し低く, 特に家兎は魚類の 2 倍の Qp 値を示し, 両者間に 可成りの差が見られた. SZENT-GYÖRGYI[3] は動物筋肉中の actin 及び myosin 自体には種類による本質的な差はないが, 筋肉中に含有する actin と myosin の量的関係及び両者に対し何等かの調節作用にあづかる第三の物質の相異によつて筋肉の諸性質が異ると述べている. しかし一方 KEZTYÜS[1] 等によれば前述の如く種特異性を認めているのである. 何れにしても動物の生活時に筋肉 myosin の Qp 値に斯様な系統的な差異があるか否かは断定し難いが, 死直後の筋肉では多くの実験例において常にこの程度の差異が認められた.

Table 2. Qp value of myosin A fractions isolated from muscle of several animals

Sample		Qp value
Mackerel	*Sbomber japonicus*	420
Mackerel	*Scomber tapeinocephalus*	355
Horse-makerel	*Trachurus japonicus*	623
Sea-bream	*Evynnis japonica*	645
Flathead	*Platycephalus indicus*	400
Sillago	*Sillago sihama*	470
Shark	*Squalus mitsukurii*	301
Carp	*Cyprinus carpio*	612
Hen		717
Rabbit		1120

IV. 魚肉及び家兎肉 myosin A区 の保存性

死直後の家兎肉と魚肉では前述の如く純 myosin 区の有無，myosin A区の Qp 値及び死後経過時間による抽出量の諸点に相違が認められる事は両者の myosin 区蛋白質の外囲の諸条件に対する安定度が異なる事に起因する可能性も考えられる．次にチダイ，マサバ及び家兎の myosin A区を抽出精製し，pH 7.5 の条件で所定温度に所定時間放置して，その ATPase 力価を測定した結果は Fig. 2, 3 の如くである．

この結果によれば家兎肉 myosin A区に比し魚肉のそれは本条件下における ATPase 活性の減少が顕著である．この場合 ATPase 活性が native な状態にある myosin 区の本質的な機能であるとすれば，この機能の消失は該蛋白質が変性を起した事を意味し，魚肉 myosin 区は家兎肉 myosin 区に比し不安定で変性し易い事を示すものと考えられる．

以上述べた結果より魚肉が獣肉に対し変性又は腐敗し易いと云う事はその主成分をなす myosin 区蛋白質の諸性質とも密接な関係のある事が予測されるのであるが，これらについては追つて検討する予定である．

要　約

系統的な位置を異にする陸上動物（家兎，ニワトリ）及び数種の魚類の筋肉を用い所定の条件下で各種 myosin 区蛋白質の抽出量と組成並びに ATPase 活性度（Qp値）とその安定性を比較検討して次の結果を得た．

1．家兎，コイ及びサバ等の筋肉からの myosin A及び B区の収量は試料による大差は見られなかつたが一般に組織が柔軟であると考えられる材料程抽出量が多くなる傾向が認められた．

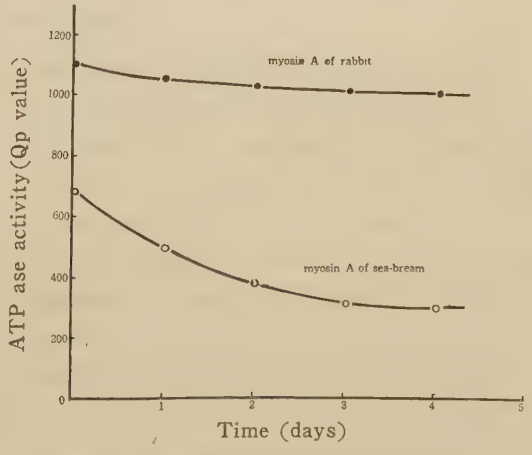


Fig. 2. Changes in Qp value of myosin A fractions during storage at 5°C.

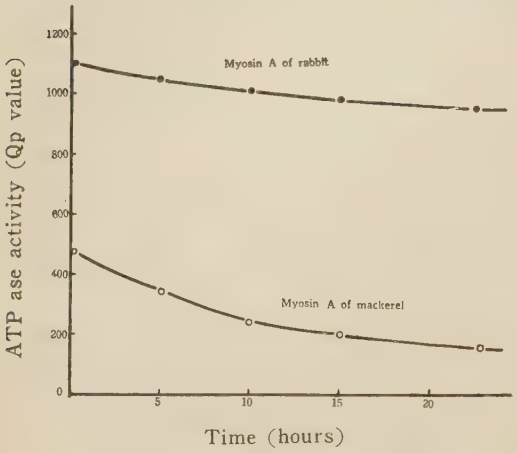


Fig. 3. Changes in Qp value of myosin A fractions during storage at 25°C.

2．家兎，ニワトリ及び数種の魚類筋肉の myosin A区-ATPase 活性度（Qp 値）は，動物の系統的な位置によつてかなりの差がみられ，魚類，ニワトリ，家兎の順に Qp 値は大きく，又供試魚類中では洄游魚より底棲魚と淡水魚の方が Qp 値は高い傾向がみられた．

3．家兎，タイ及びマサバの筋肉 myosin A区の保存性を ATPase 活性の消長より比較した処，魚類の myosin A区は家兎のそれに比し不安定で容易に活性を消失する結果を得た．

4．純myosin区は魚肉では死直後のものでも抽出は出来なかつたが，家兎肉では25°C の放置条件で死後4時間後迄は検出された．即ち獣肉の myosin A区は純 myosin を主成分とすると云われるが，魚肉の myosin A区は myosin B区と同様に actomyosin が主成分であると考えられる．更にこの現象は死後魚肉では家兎肉に比し actin と myosin との結合が早く起る事を意味するのではないかと推論した．

終りに臨み本研究を行うに当り御指導を賜つた本学高田幸二教授に深甚の謝意を表する．

Résumé

In this paper, the authors; using the various myosin fractions isolated from the skeletal muscles of terrestrial animals (rabbit; hen) and several species of fish; made some studies on the changes in the amount of myosin-N, its composition, ATPase activity (Qp value) and stability.

1) Difference in the kind of samples gives no large effects upon the yield of myosin A and B fractions extracted from the muscles.

2) In cases of fish muscles cut immediately after its death the myosin fraction was hardly perceptible, but in the rabbit muscle left under the temperature of 25°C, it was possible to detect it within the lapse of 4 hours.

In case of fish meat, myosin A fraction contains as much amount of actomyosin as myosin B fraction.

3) The ATPase activity (Qp value) of myosin A fraction isolated from muscles varies in accordance with the zoological status the animals; and it increases successi-

vely in fishes, hens and rabbit, respectively.

4) The myosin A fraction of rabbit muscles is observed to be more stabilized that of fish muscle.

文　献

1) L. Keztyüs, S. Nikodemusz, T. Szilärd: *Nature*, **163**, 136 (1945).
2) K. Bailey: *Biochem. J.*, **36**, 121 (1942).
3) A. Szent-Fyörgyi: "Chemistry of Muscular Contraction", Acad. Press, New York, (1951) pp. 146.
4) S. E. Kerr: *J. Biol. Chem.*, **139**, 121 (1941).
5) C. W. Fiske, Y. Subbarow: *J. Biol. Chem.*, **66**, 375 (1925).
6) W. T. Dyer etc.: *J. Fish. Res. Boa. Cana.*, **7**, 587 (1954).
7) W. F. H. M. Mommaerts: *J. Biol. Chem.*, **188**, 559 (1951).
8) F. Haurowitz: "Chemistry and Biology of Proteins" Acad. Press, New York (1950), pp. 154.
9) E. Roth: *Bioch. Z.*, **318**, 74 (1947).
10) 齊藤　要，日高富男：本誌，**4**，90 (1955).
11) 齊藤　要，日高富男：日水誌，**21**，925 (1955).
12) K. Lohmann: *Biochem. Z.*, **282**, 109 (1935).

“ふなくいむし”の消化管内繊維素分解菌に関する研究—II.
細菌セルラーゼについて

日高富男・斎藤　要

Studies on the Cellulose Decomposing Bacteria in the Digestive Organs of Ship-worm (*Teredo navalis* sp.)-II.
On the Bacterial Cellulase

Tamio HIDAKA and Kaname SAITŌ

緒　言

従来“ふなくいむし”の木材消化については内臓酵素に関する研究に止つていたが，前報[7]において著者の一人は“ふなくいむし”の消化管内より分離した繊維素分解菌の細菌学的性質と，該菌が“ふなくいむし”の木材消化に関与し得る可能性について報告した．ところでセルラーゼに関しては最近或種の草食動物及び微生物等にとつて消化生理上重要な意義を有する事より多くの研究がなされている．細菌セルラーゼの研究に当りこれを初めて cell-free に得たのは SIMOLA[1] であるが最近 WHITAKER[2] は *Myrothecium* 属の細菌セルラーゼを硫安とアルコールにて精製し粉末状として得ており，又岡本等[3]は *Pseudomonas* 属の細菌より硫安塩析法にて，西沢等[4]は *Irpex* のセルラーゼを活性アルミナ等により吸着分離し，更に福本等[5]も該セルラーゼを硫安塩析法とアセトン沈澱法を併用して夫々セルラーゼの精製純化を試みたが，一般に部分的精製の域を脱し得ない現状であり，酵素の特性の究明も粗酵素剤での研究が多い．著者等もさきに分離した *Cellvibrio* 属菌のセルラーゼに若干の精製を施し，之について酵素的特性を検索して一，二の知見を得たので報告する．

実　験　方　法

1．使用菌株　供試菌株は“ふなくいむし”の消化管内より分離した繊維素分解菌であつてその菌学的性質から *Cellvibrio* 属に属すべき菌株である．

2．培養基及び培養法　培養基の組成は NaCl 1.0％, $NaNO_3$ 0.1％, $MgSO_4$ 0.3％, $MgCl_2$ 0.3％, K_2HPO_4 0.1％, KCl 0.05％, $FeSO_4$ 0.001％ であり之に繊維素源として粉砕濾紙 1％量を懸濁するか，又は 3％量の濾紙片を懸垂した．培養温度は 28°C, 培養期間は 10日前後である．

3．セルラーゼの力価測定法

基質：ヒドロセルローズを M/15 燐酸塩緩衝液（pH 6.2）に 0.5％量懸濁させたものを用いた．

反応条件：基質 5 cc＋酵素液 5 cc を 37°C で 24時間作用させて，作用後反応液中の還元糖量の増加を FOLIN WU のグルコース比色定量法[6]にて測定し生成グルコース量より酵素単位を算出した．

酵素単位：上記反応条件におけるグルコースの生成量より算出し，セルローズ 25 mg よりグルコース 0.025 mg を生成するに要する酵素量を1単位とした．

実験結果及び考察

Ⅰ．セルラーゼの生産条件

前報[7]において該菌の発育に対する温度，pH，無機塩，窒素源等の必須条件を検討した際の肉眼的観察では，大体菌の発育程度に比例して培養基中の濾紙片の分解も大である事を認めている．今回は更に該菌が好気性である事より，空気との接触量を異にする各種の培養法を試み，セルラーゼを生産するに好適の条件を検索した．即ち通気培養又は振盪培養によつて菌の発育が促進される事が予測されるので，前記培養基を 300 cc 容フラスコに 100 cc 宛分注し，それに 3 g の濾紙片を液面上に 1/3 程度出るような状態で懸垂させ静置培養するものと，別に粉砕濾紙を 1 g 懸濁させたものについて通気，振盪，静置の各種培養するものとを夫々 28°C にて培養し，培養後所定日数毎に夫々の培養液中のグルコース量と併せてその培養液をそのまゝ酵素液としてセルラーゼ活性度を測定した．その結果は Fig. 1 の如くである．一般的に云つて細菌が培地中で発育する場合，その細胞物質の形成と培地中の物質の破壊との両作用が行われ，それ故発育している細胞の外では水解をうけている物質もあれば細胞内で合成されている他の物質も存在する．本実験の結果では培養日数の経過に伴い酵素力価は増加するし，同時に濾紙片を分解し生成するグルコース量も増加した．これらの増加は或日数後最高に達し，それ以後酵素力価もグルコース量も減少した．しかもこの過程は酵素力価が最高になつてから 1～2 日間のずれをもつて液中のグルコース量は最高値に達する結果となつている．この現象から発育初期の培養液には殆んどその酵素活性はなく，培養に伴う菌の発育により酵素は次第に作られその作用によつて培養基中の濾紙を分解して生成グルコース量は漸増する．そしてそれらの量は細胞分裂が停止する時期に最大となる傾向が見られた．細菌の発育中に培養基の理化学的性質が細胞の物質代謝によつて常に変化し，培養基中のグルコースが或時期に減少し始める原因としては，グルコースが高分子化合物に変化する合成過程とより低分子のものに分解する過程とが考えられるが，この種の菌は一般に酸化細菌として知られているから後者の過程がより有力なものであろう．又菌の発育過程によつて培養液の酵素量が著しく変化し，

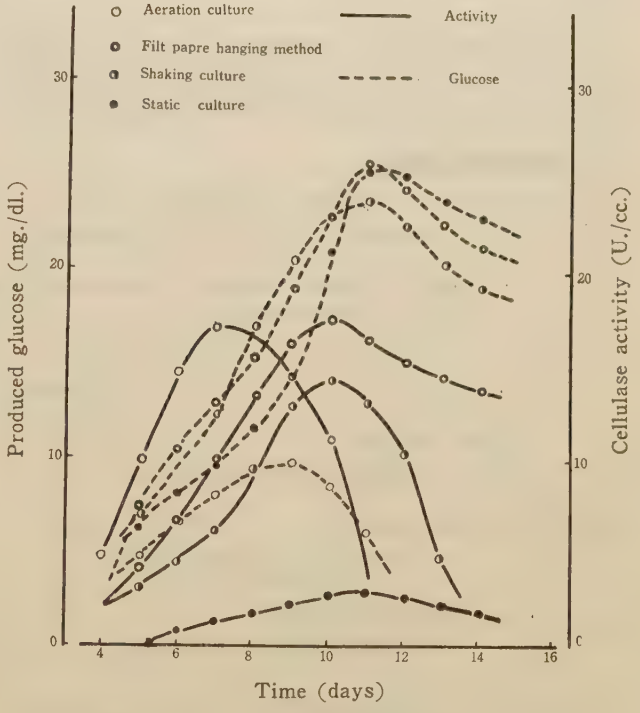


Fig. 1. Influences of culture method on the cellulase production

特に発育が弱つた後に酵素活性が低下する傾向がみられるのは，細胞が死滅して酵素蛋白自体の変性や自己消化等が起るためであろう．

グルコース量と酵素力価との関係を夫々の培養法についてみれば，その間に大きな相違がみられた．即ち空気接触量の大きい通気培養法では培養液中のグルコース量は極めて少いが酵素力価は高く，その力価は培養後7～8日間で，グルコース量は培養後9日間で夫々最高に達している．静置法では通気法とは逆に酵素力価は低くグルコース量は高くなつている．その最高期は培養11日後であつた．又濾紙懸垂法，振盪法ではかなり空気接触量が大なる為，通気法に類似した結果が得られた．斯様に空気接触量の大なる培養法程培養液中のグルコース量に対し酵素力価は大である．これらの事より酵素の生産は培養条件が好気的である程良好で，その条件においてその培養液中の濾紙片はグルコースより更に低分子のものに分解せられる事が推察される．培養基の pH は 5.8～6.0 で培養経過による pH の変動は pH 値にして ± 0.2 程度であつた．

以上述べた如く通気法と濾紙懸垂法とでは殆んど同程度の酵素生産を示すが，最高値に達する迄に懸垂法では 11日間であるのに対し通気法では7日間で，培養時間を著しく短縮する事が出来る．しかし培養操作の簡便さにおいては懸垂法がまさる．

II. 細菌酵素剤の調製法

前述の如くセルラーゼの精製は部分的精製に止まつているが，本実験でも精製細菌セルラーゼの性質を知る為と酵素活性保持の目的で若干の精製を施して粉末剤として保存し実験に供し

Fig. 2. General scheme for preparation of cellulase from the cultur solutions.

	Total Volume (cc.)	Activity (U./cc.)	Total activity (U.)	Cellulase yield (%)
Cultur solutions	1250	15.4	19250	100
Centrifuged (3500 r.p.m), 15 min.				
Bacterial cells (dumped) / Supernatant	1248	15.2	18969	98
Vacuum concentration, at 35～37°C.				
Concentrated solution	640	23.8	15232	79
Acetone added to 40 vol. %, chilled				
Precipitation (dissolved)	50	25.2	1275	6
Supernatant				
Acetone added to 60 vol. %, chilled				
Supernatant (dumped) / Precipitation (dissolved)	50	155.1	7305	38

た．その精製法及び収量は Fig. 2 の如くである．

濾紙懸垂法にて 11日間培養した液を 3,500 r.p.m. にて 15分間遠心沈澱し，その上清液を 37°C で約 1/2 量に減圧濃縮した後，所定量の冷アセトン添加によつて2部の分別沈澱物を得た．この中アセトン 40～60 % での沈澱区分はセルラーゼの純度高く，アセトン量 40 % 以下

の沈澱区分の約5倍の力価を有する白色粉末である．この酵素精製操作における酵素収量は38％前後であり，この処理により培養液そのまゝの酵素力価に比し，10倍程度の力価を示す安定なる製剤を得た．

III. セルラーゼ作用に及ぼす pH と温度の影響

上記酵素剤を 0.5％ に溶解して酵素液として使用し，二，三の酵素的性質を検討した結果は Fig. 3 及び 4 の如くである．

先づ Fig. 3 は前述の作用条件で 24 時間反応させた場合の温度曲線であるが 35～40°C では活性度の差は少く，37°C が最適温度であつて，55°C 以上では活性度は急激に弱まつた．又所定温度に 10 分間加熱した時の安定度曲線では 50°C 以上の加熱から急速に破壊されて，60°C で 1/2，70°C では殆んど破壊されてしまう結果になつている．なお低温に対しては－8°C位で緩慢凍結しても酵素力価の損失は見られなかつた．次に Fig. 4 は常法による酵素活性の pH 曲線であつて，この結果より作用の最適は pH 6.2～6.4 である事が知られた．又酵素液の pH を N/10 NaOH 又は N/10 HCl で各種の所定 pHとし，30°C で 12 時間放置した後各々 pH を 6.2 に調整して活性度を測定した結果，pH 5.8～7.0 の間では差異がないが pH 4.5 以下と pH 7.8 以上においては漸次活性度は弱くなり，特にアルカリ側においては破壊の度合が大きかつた．

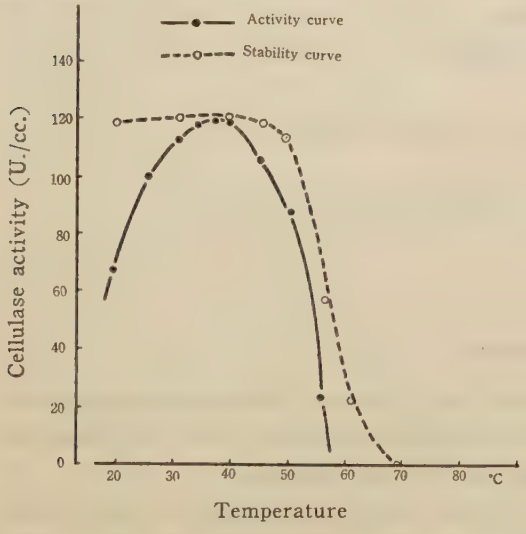


Fig. 3. Influences of temperature on the cellulase activity of bacterial enzyme

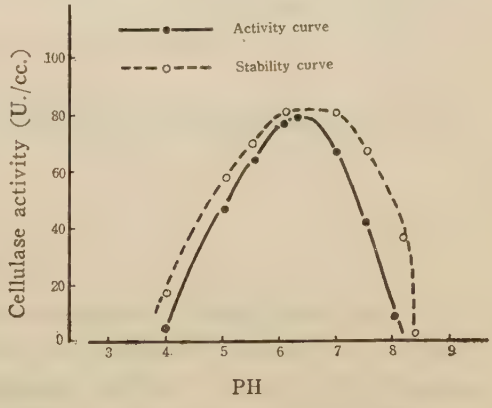


Fig. 4. Influences of pH on the cellulase activity of bacterial enzyme

IV. セルラーゼ活性に及ぼす金属塩の影響

従来 Irpex のセルラーゼが Mn^{++} によつて著しく活性化される事が知られているが本セルラーゼについても Mn^{++} 及び数種の金属塩の影響を調べた．即ち反応液に対して各種塩類濃度が夫々 M/50～M/1,000 になる如く添加し常法の如く力価を測定し，無添加の力価を 100 として活性度比として表わしたものは Table 1 の如くである．Mn^{++} によつて若干の賦活作用が見られるが Fe^{++} では M/200 以上では返つて阻害作用があり，Cu^{++}では M/1,000 でも阻害し，M/200 以上では殆んど活性がみられなかつた．之等塩類の影響は該酵素の純度，又は酵

素濃度等の因子が関係し一概には云えないが，本細菌セルラーゼは Mn^{++} による賦活作用が Irpex のセルラーゼよりも弱いものと考えられる．

Table 1. Effect of Mn^{++}, Cu^{++} and Fe^{++} on the cellulase activity*

Ions** \ Conc. (Mol)	1/1000	1/500	1/200	1/100	1/50
Mn^{++}	110	110	120	130	130
Fe^{++}	120	110	91	91	59
Cu^{++}	94	40	0	0	0

* Relative values for the activity (100) of enzyme solution without adding above salts.
** Sulfate.

要　　約

"ふなくいむし" の消化管内より分離した *Cellviblio* 属菌の細菌セルラーゼの生産条件及び該セルラーゼの二，三の性質を検索し次の結果を得た．

1．該菌は好気性菌であり空気接触量が大なる程酵素生産は増大した．

2．該菌セルラーゼのアセトンによる分別沈澱処理を行つた処，アセトン量 40～60％ の沈澱処理により高純度の粉末製剤が得られた．

3．本セルラーゼの最適温度は 37°C で最適 pH は 6.2～6.4 であつた．40°C 以下の温度ではその活性は安定であるが，50°C 以上で急激に破壊される．又 pH 4.5 以下 pH 7.8 以上では不安定となる結果であつた．

4．該セルラーゼの本実験条件下における Mn^{++} の賦活作用は微弱であつた．

本研究に際し種々御指導を賜つた本学高田幸二教授に深甚の謝意を表する．

Résumé

In the present paper, the authors studied on the productive process and enzymic property of bacterial cellulase of Genus *Cellvibrio* isolated from the digestive organs of ship-worm. And the following results were obtained.

1) The enzyme productivity of the bacteria under cultivation becomes higher in proportion to the increase of the air dimension touched with the bacteria.

2) By using precipitation method with acetone 40–60 % the cellulase is to be highly purified from the culture solution.

3) The optimum pH of the cellulase lies within the range of 6.2–6.4, and 37°C. is its optimum temperature.

Its activity is stabilized, under pH 5.8–7.0; but it begins to decrease at pH 4.5 and pH 7.8 respectively.

Though its stabilization is kept firm, under low temperature; its denaturalization begins on being boiled, for 10 minuts, above the temperature 65° C.

文　　献

1）P. E. Simola："Über den Abbau der Cellulose durch Microorgarismen"(1931),(文献3より引用)
2）D. R. Whitaker：*Nature*, **168**, 1070 (1951).
3）岡本辰夫，朝井勇宣：農化，**26**，137 (1952).
4）西沢一俊，小林敏雄：農化，**27**，239 (1953).
5）福本寿一郎，岸　清：科学と工業，**26**，295 (1952).
6）齊藤正行：光電比色計による臨床化学検査，3版，南山堂，東京，(1952), pp. 144.
7）日高富男：本誌，**3**，(1) 149 (1953).

鹿児島大学水産学部放射能研究委員会報告

第IV報　南方諸海域及び東支那海における海水の放射能検索について

金森政治・盛田友弖・田ノ上豊隆・黒木敏郎

IV. On the Inspection of Radioactivity of Sea-water in the Several Southern Sea Fronts and the Eastern China Sea

Masazi KANAMORI, Tomokazu MORITA,
Toyotaka TANOUE and Toshirō KUROKI

1. 緒　　言

1954年3月から5月にかけて，マーシャル群島のビキニ環礁近海において，アメリカは数次にわたつて水爆実験を実施した．その結果が我が国の漁業に与えた被害は極めて大きく，其後海水及び魚類などの放射能による汚染が重要な問題となつて，各方面で種々なる調査研究が進められている．1956年度においてもアメリカはマーシャル群島のエニウェトック環礁で核爆発の実験を予告しており，イギリスはオーストラリヤ北西海岸のモンテベロ諸島で核兵器の実験を予告している．

故にこれに関連する各海域で，1955年6月から1956年6月の間に，本学部漁業実習船かごしま丸（628屯，640馬力），敬天丸（265屯，500馬力）及び鹿児島水産試験場の試験船照南丸（98.8屯，300馬力）がマグロ漁場の調査並に海洋観測を実施した際に，夫々の海域の海水を採り，その海水について放射能の検索をなし，その影響に関し予備的な調査をなしたのである．その結果を取纏めてこゝに報告する．

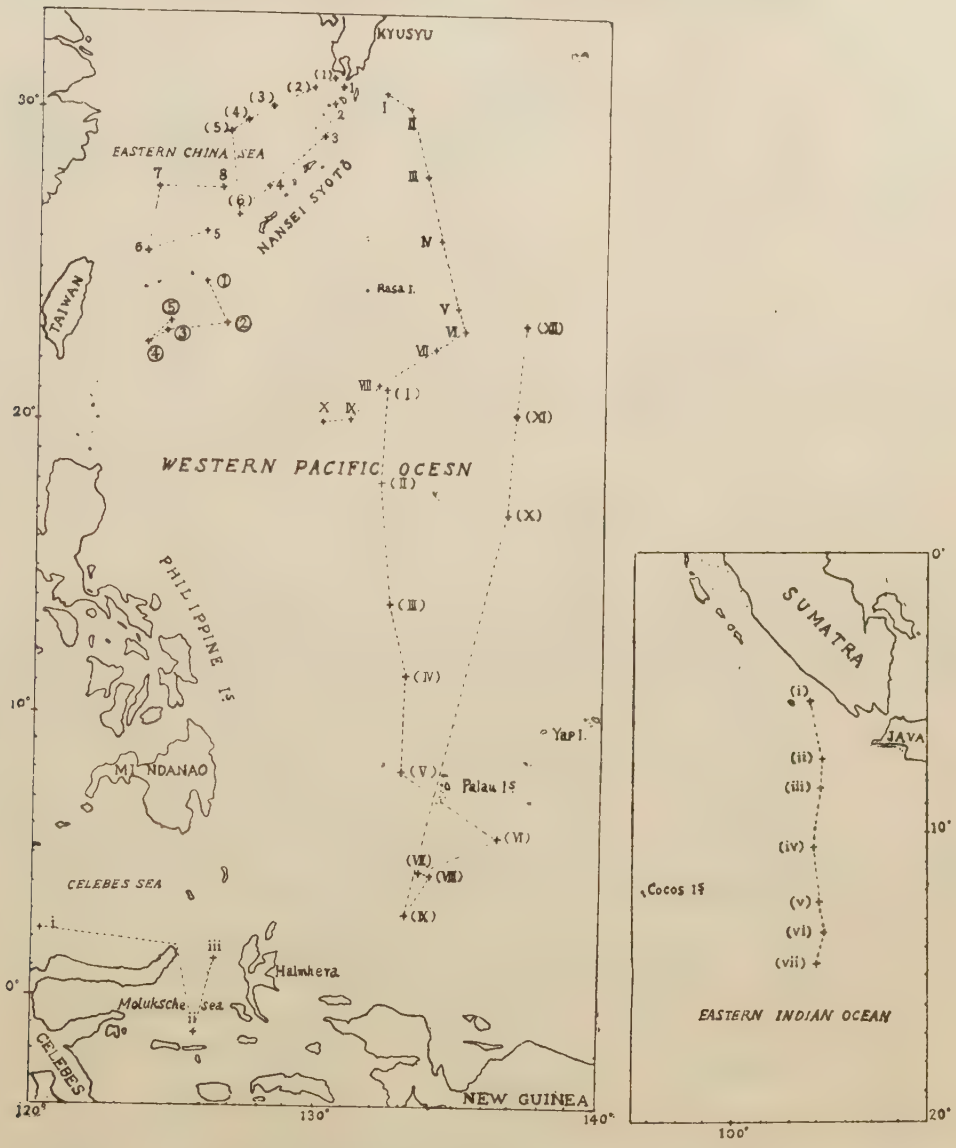
なお放射能の検索海域は西部太平洋，東部印度洋，東支那海等の各海域であり，海水の採集位置は Fig. 1. a, b に示すようである．

又海水資料は鉄・バリウム法[1]によつて処理し，放射能の測定をなした．又その count の計測には科研製32進型計数器（マイカー厚み 2.9 mg/cm²）を用いたのである．

2. 西部太平洋

本学部のかごしま丸は1955年7月26日～同年8月1日の間，日米加共同海洋観測を実施したが，その際に Fig. 1. aに示すような位置で採集した海水について，放射能の検索をなし，その結果を Table 1. aに示した．

この調査においては，Table 1. aに示されるように countの値が他の検索結果より幾分大きくなつているが，この程度の表値では海水が人工放射能で汚染されているとは考えられない．たゞ st. IX の 200 m 層の海水の count が 6 ± 2 となつており，他の計測結果より多少大きくなつているようであるが，この1点だけでは放射能の検出を断定することは出来ない．若し放



a. Eastern china Sea and Western Pacific Ocean b. Eastern Indian Ocean

Fig. 1. Map showing collecting stations of sea water for inspection of radioactivity

射性物質が深海に沈降すると考え，200 m 以深の調査をなしたならば，あるいは多少の放射能を検出したのかも知れないのであろう．

又本学部敬天丸は 1956 年 5 月 9 日から 13 日の間，台湾東方海域においてクロマグロの漁場調査を行い，この時 Fig. 1. a に示すような位置で採集した海水について放射能の検索をなしたその結果は Table 1. b に示すようである．当時はマーシャル群島のエニウェトック環礁における．

Table 1. Results of inspection on radioactivity of the sea water in the western Pacific Ocean

a. On the sea-water in the Eastern Sea Front Nansei syotō

St. No.	Date	Collecting station		Count		
		Latitude	Longitude	0 m	25～50 m	100～200 m
I	'55 Aug. 1	30°—38′N	132°—14′E	5±1	−2±2	−3±1
II	〃 July.31	30 —01 〃	133 —00 〃	−3±1	−1±1	—
III	〃 〃	28 —00 〃	133 —36 〃	−1±1	−3±3	0±2
IV	〃 30	26 —00 〃	134 —08 〃	0±2	−1±1	—
V	〃 〃	23 —52 〃	134 —46 〃	5±1	−5±1	—
VI	〃 29	23 —00 〃	135 —00 〃	−2±4	0±2	−4±2
VII	〃 28	22 —22 〃	134 —00 〃	−1±1	−3±1	0±2
VIII	〃 〃	21 —12.5 〃	132 —00 〃	4±4	4±2	—
IX	〃 27	20 —06 〃	131 —00 〃	2±2	−2±2	6±2
X	〃 26	20 —00 〃	130 —00 〃	5±1	4±4	4±4

Remarks: By inquiry of Kagosima Maru * Distance: 1 cm, ** Depth of sea

b. On the sea-water in the Eastern Sea Front of Taiwan

St. No.	Date	Collecting station		Count *							
		Latitude	Longitude	0 m	25 m	50 m	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m
①	'56 May 9	24°—36′N	125°—54′E	0±1	−1±1	0±1	−1±1	0±1	−2±2	−1±1	−1±1
②	〃 10	23 —12 〃	126 —40 〃	1±1	−1±2	−1±1	0±1	−1±1	1±1	0±2	1±1
③	〃 11	22 —54 〃	124 —18 〃	−1±2	—	−1±2	0±2	−1±1	0±2	1±1	0±1
④	〃 12	22 —36 〃	123 —38 〃	1±1	−1±2	−1±1	−1±1	1±1	1±1	−1±2	−1±1
⑤	〃 13	23 —18 〃	124 —30 〃	−1±1	−1±2	−1±1	0±1	−1±1	−1±2	−1±1	−1±1
⑥	〃 14	24 —38 〃	125 —03 〃	0±1	—	—	—	—	—	—	—

Remarks: By inquiry of Keiten Maru * Distance: 3 cm, ** Depth of sea

c. On the sea-water in the Eastern Sea Front of Philippine Islands.

St. No.	Date	Collecting station		Count *
		Latitude	Longitude	
(I)	'56 May 22	21°—04′N	132°—14′E	0±1
(II)	〃 23	18 —00 〃	132 —10 〃	1±1
(III)	〃 24	13 —45 〃	132 —30 〃	−1±2
(IV)	〃 25	11 —10 〃	133 —05 〃	0±1
(V)	〃 26	7 —57 〃	133 —00 〃	1±1
(VI)	〃 27	5 —30 〃	136 —26 〃	1±1
(VII)	〃 28	4 —23 〃	133 —35 〃	−1±2
(VIII)	〃 29	4 —20 〃	134 —00 〃	1±1
(IX)	〃 30	2 —51 〃	133 —10 〃	1±1
(X)	June 11	16 —54 〃	136 —36 〃	1±1
(XI)	〃 12	20 —24 〃	136 —56 〃	1±2
(XII)	〃 13	24 —07 〃	137 —10 〃	1±1

Remarks: By inquiry of Syōnan Maru * Count of surface water, Distance: 3 cm

核爆発実験が予告されている期間であつたが，採水時にはまだこの実験が行われていなかつたので，今回は実験直前の予備調査となつた．故にこの調査においては Table 1. b のように全く放射能は検出されなかつた．なお垂直的にも水深 500 m までは各層ともほとんど同様な結果であり，放射能は検出されず，即ち深海における放射能も全く認められなかつたのである．

次に鹿児島水産試験場の照南丸が 1956 年 5 月 22 日から 6 月 13 日の間，フィリッピン東方海域の Fig. 1. a のような位置で採集した海水について放射能を調べたが，その検索結果を Table 1. c に示した．この場合は 5 月 21 日，エニウェトック環礁において核爆発実験が行われた直後の調査であるので，ある程度の放射能が検出されるものと期待していたのであるが，Table 1. c にみられるように放射能は全く検出されなかつたのである．しかしてこのことについてはマーシャル群島近海の汚染海水が時間的に考えて当時まだ採水位置まで来流していなかつたものと考えられる．或は又今回の核爆発は空中の比較的上層部で行われているために余り赤道流の海水を放射能で汚染しなかつたものとも考えられるのである．これらの点についてはなお今後の調査で究明する余地があると思われる．

3．モルツカ海，東部印度洋

かごしま丸が 1955 年 7 月上旬に，モルッカ海方面でマグロ漁場の調査をなした際，Fig. 1. a に示す位置で採つた同海域の海水について放射能の検索をなした．その結果は Table 2. a のようである．この Table でみられるように，この程度の count ではモルッカ海漁場の水深 200 m 層までの海水はやはり放射能で汚染されているとは考えられないのである．

Table 2. Results of inspection on radioactivity of the sea-water in the Moluksche Sea and the Eastern Indian Ocean

a. On the sea-water in the Moluksche Sea

St. No.	Date	Collecting station		Count *		
		Latitude	Longifude	0 m	25～50 m	100～200 m
i	'55 June 24	2°—28′ N	120°—22′ E	2±2	5±1	2±6
ii	〃 July 1	1—23.5 S	125—57 〃	5±1	−3±1	1±1
iii	〃 2	1—18 N	126—26 〃	3±1	4±2	−1±1

Remarks: By inquiry of Kagoshima Maru * Distance: 1 cm ** Celebes Sea

b. On the sea-water in the Eastern Indian Ocean

St. No.	Date	Collecting station		Count *			
		Latitude	Longitude	0 m**	100 m	300 m	600 m
(i)	'56 Jan. 27	5°—27′ S	102°—57′ E	—	−1±2	—	0±1
(ii)	〃 28	7—27 〃	103—16 〃	−1±1	—	—	—
(iii)	〃 〃	8—33 〃	103—14 〃	−1±1	0±1	—	—
(iv)	〃 29	10—27 〃	102—59 〃	−1±1	—	−1±2	—
(v)	〃 30	12—28 〃	103—09 〃	—	—	−1±3	—
(vi)	〃 〃	13—29 〃	103—14 〃	—	—	—	0±1
(vii)	〃 〃	14—30 〃	103—00 〃	0±1	—	—	—

Remarks: By inquiry of Keiten Maru * Distance: 3cm, ** Depth of sea

又敬天丸は 1956年 1月下旬に，東部印度洋においてマグロ漁場の調査及び赤道海流の横断海洋観測を実施したのであるが，当時オーストラリヤ北西海岸のモンテベロ諸島でイギリスによる核兵器の実験が予告されていたので，今回の調査においても海水の放射能の検索を試みたのである．この時の採水は Fig. 1. b に示すような横断観測線の位置で行われ，水深 600 m までの海水を極めて抽出的に採集したのである．この海水の放射能検索結果は Table 2. b に示すようであり，放射能は全く検出されていないのである．即ちこの調査結果により，一応東部印度洋における赤道海流域の海水も当時はまだ放射能によつて汚染されていないことが推定されるのである．

4．東支那海

東支那海には黒潮が北流しており，その源泉は北赤道海流であると考えられている．又 1954年 3月のビキニ環礁における水爆実験の影響による放射能汚染魚が，この黒潮流域において漁獲されたマグロ類，カジキ類等の魚類にも相当多く検出されている．故にこれらの点より考えて，本年度のエニウェトック環礁における核爆発実験も東支那海の黒潮流域にある程度影響するのでなかろうかと考慮されたので，まずその予備的な調査として，本年 2月に照南丸が海洋観測の際に，又 5月に敬天丸が漁場調査の帰途，夫々 Fig. 1. a に示す位置で採つた海水について放射能の検索をなしたのである．その検索結果は Table 3. a，b に示すようである．

Table 3. Results of inspection on radioactivity of the sea-water in the Eastern China Sea

a. On the sea-water collected in February 1956.

St. No.	Date	Collecting station		Count *
		Lat.	Long.	
1	'56 Feb. 20	30°—51.8′ N	130°—28.4′ E	1±2
2	〃 〃	30 —05 〃	130 —14.6 〃	—3±3
3	〃 21	29 —08 〃	129 — 55 〃	—1±1
4	〃 27	27 —32 〃	128 — 00 〃	—2±3
5	〃 24	26 —10 〃	125 — 56 〃	3±4
6	〃 26	25 —39 〃	123 —44.9 〃	1±3
7	〃 〃	27 —32 〃	124 — 04 〃	—1±3
8	〃 27	27 —32 〃	126 — 27 〃	—1±4

Remark: By inquiry of Syōnan Maru. * Distance: 1 cm

b. On the Sea-water collected in May 1956.

St. No.	Date	Collecting station		Count *
		Lat.	Long.	
(1)	'56 May 17	31°—03′ N	130°—14′ E	—1±2
(2)	〃 〃	30 —46 〃	129 —30 〃	—1±2
(3)	〃 16	30 —05 〃	128 —09 〃	—1±2
(4)	〃 〃	29 —41 〃	127 —23 〃	—1±1
(5)	〃 〃	29 —26 〃	126 —45 〃	—1±2
(6)	〃 8	26 —48 〃	127 —01 〃	0±1

Remark: By inquiry of Keiten Maru. * Distance: 3 cm

これらの表値によれば，いずれの調査においても放射能は全く検出されず，東支那海の黒潮流域には，当時放射能の汚染海水が来流していなかつたものと考えられる．

5．結　　び

今回の放射能検索は 1955 年 6 月から 1956 年 6 月にわたる約 1 ケ年の間に東支那海，台湾東方海域，西南諸島東方海域，フィリッピン諸島東方海域，モルッカ海，東部印度洋の諸海域における海水の放射能による汚染について調査したのであるが，いずれの海域においても，表値にみられるように，この程度の count では海水が放射能によつて汚染されているとはほとんど認められないのである．

又今回のフィリッピン諸島東方海域の調査においては，エニウェトック環礁の核爆発実験直後，約 20 日間以内では，まだ同海域の海水は放射能により汚染されていないようであり，この点については汚染海水の来流が同海域に及ばなかつたことや，あるいは上層爆発のため海水の汚染が少なかつたことなどが考えられる．そのいずれであるかは今後の調査研究によらねばならないであろう．

終りに臨み，この放射能検索の資料を熱心に採集して御協力下さつた，かごしま丸，敬天丸の植田，源河両船長及び両船乗組員一同，並びに鹿児島水産試験場の照南丸の調査員各位に対して，深甚なる敬意と謝意を表する次第である．

本調査研究は文部省綜合研究費の補助をうけて「放射性物質と水産生物に関する研究」の一環としてなされたものである．

Résumé

In this paper we dealt with the results obtained from the inspection about the contamination of sea-water by radioactivity during the term from June 1955 to June 1956 over the sea-ranges including the Eastern China Sea, the Western Pacific Ocean (the Eastern Sea of Nansei Syotō; Taiwan and Philippine Islands); the Moluksche Sea, and the Eastern Indian Ocean.

Considering from these results, we may be allowed to describe that no considerable "contamination by radioactivity" was to be seen in any of these sea-ranges.

And as to the atomic explosion performed in the neighbourhood of 'The Eniwetok Islands', it may be affirmed that, at least, within the lapse of 20 days immediately after the explosion, no contamination is to be detected over the sea front (2°-51′～24°-07′N, 132°-10′～136°-56′E) lying along the Eest of the Philippine Islands.

文　　献

（1） 三宅泰雄：放射能の汚染と処理，1956.

（2） 盛田友弐，齊藤　要，源河朝之：赤道海域及びコラル海における放射能の検索について，鹿大水産学部紀要，4 巻，1955.

（3） 齊藤　要，鮫島宗雄：放射能汚染魚に関する研究，鹿大水産学部紀要，4 巻，1955.

第V報　漁具資材の汚染防除について

金森政治・黒木敏郎・盛田友弋・田ノ上豊隆

V. On the Treatments to decrease the Radio-activity of Fishing Gear Materials contaminated

M. KANAMORI, T. KUROKI, T. MORITA and T. TANOUE

緒　　言

引きつづく米ソ両国の原水爆実験よつて地球上の高層気流は甚しく汚染され，時々の降雨によつては著しい放射能を帯びていることがあると言われる．一方又太平洋海域に於ける英米両国の水爆実験では，我が国の遠洋漁業が実施されるあたりの海水を汚染したものと考えられるので，操業中海水・降雨・波しぶきなどにより漁具や船体が汚染されることを予想せねばならない．漁具などが一旦汚染されたならば之を出来るだけ早く処理し放射能による被害から乗組員や漁獲物を守る事は喫緊の肝要事とも称せらるべきであろう．そこで，その方途を求めるため昭和30年末より同31年に亘り筆者等はロープ・網などの漁具資材数種を強弱2級に人工汚染し，これを海水・薬液等で洗滌してどの程度迄放射能を低下せしめ得るか実験してみた．殆ど予想に近い結果を得たのであるが，汚染漁具資材に関する放射能減弱低下の量的な度合に関しては未だ他に報告を見ないので敢えてこゝに一報とした．漁具汚染による被害の対策一助ともなれば幸である．

実験の材料と実験方法

対象資料：　対象の漁具資材としては第1表に示すようなロープ・網その他8種13点を選んだ．供試片としては長さ5cm（ロープ類）又は3cm平方（網・板類）程度に切断して次のような方法で汚染した資材から採取する訳である．*

汚染：　汚染すべき原液は米国A.E.C.より得たFission products 1mc/ccである．これを強弱二通りの液として資材に浸み込ませる．

〔強〕――上記の原液0.7ccを1,500倍に稀釈したもの約1*l*中へ約50分間各資料を浸漬し之を数回振盪する．

〔弱〕――上記の強汚染処理後の残液を更に稀釈して約5,000倍とした溶液約3*l*中に各資材を2時間30分浸漬する．

本文で強汚染と称する試片は前者を，弱汚染と称するのは後者を呼ぶ事勿論である．

処理：　前述のように2級に汚染した各資材を別々に網袋に入れ室内・屋外・海中などに置くのであるが，それぞれの処理を本文では下記（　）内のように略称することとする．

〔室内〕　◎室内にそのまゝで静置するもの……（室内静置）

◎約5日毎（次回測定の前日）に海水で10分間洗うもの……（海水一回洗）

* ガラス瓶玉，軽石，陶器沈子，合成樹脂浮子なども汚染したが，計数測定が全く不均一若しくは不可能だつたので本報告には之等の結果を省略する．

Table. Materials, contaminated artificially.

	Materials	Sizes or types	Remarks
Ropes	Cotton	11匁, rope	no dyeing
			coal-tar dyeing
		5匁, rope	no dyeing
			coal-tar dyeing
	Manilla	10 mmø, rope	no dyeing
		pith of line	twined by cotten thread
	Cremona	10匁, rope	no dyeing
			coal-tar dyeing
	Wire	pith of line	twined by cotten thread
Nets	Cotton	20#, 4×3, mesh 1寸	for gill-net
		200/17寸, fine mesh	for larvæ-net
	Manilla	twine, mesh 3寸	for trap-net
	Cremona	20#. 4×3, mesh 1.5寸	for gill-net
Others	Wood	short log	for float
		wooden plate	for ship member

◎毎日海水で 10分間づつ洗うもの……（海水連続洗）
◎約5日目毎（次回測定の前日）3％の稀硫酸溶液で洗うもの…（薬液洗）
〔屋外〕◎屋外に放置してそのまゝ雨や霜にさらすもの……（屋外放置）
〔海中〕◎ブイにとめて波や流れの洗うにまかすもの……（海中放置）
◎敬天丸操業の合間に船尾より海中へ吊下げるもの.

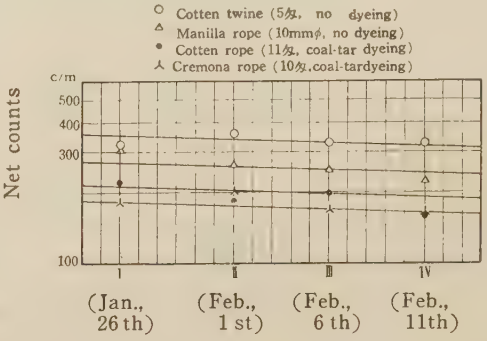
測定： 放射能測定には之等試片を一日間風乾し，科研製 32型の counter でマイカ窓より 10 cm の距離に試片を横たえて 30秒間数える．試片の裏表で四回之を繰り返して測つた平均値を採る．予備試験の結果，試片を灰化した場合の count は乾燥物のまゝ測つたものより若干増加するけれども大体両者の counts は比例的に上下することが判つた．タール染ロープなど発煙甚しくこの煙と共に放射性物質が逸散することも考えられたので灰化せずにむしろ原形のまゝ乾燥（大気中）して計測することに決めたのである．

実験結果とその考察

F.P. 溶液に浸漬した試片を之から採り上げて乾燥させる場合，紐に吊るされた試片の姿勢如何によつては汚染液が偏在したまゝ乾燥に至る事もあるらしく，同種同型の資材なのに汚染度の相当異なる部分が生ずる．このため測定値にフレが出来てしまつたのは遺憾であるが，それでも量的な傾向を次のように略々把握し得た．

自然減衰について：　室内静置の計測結果で之が判る筈である．汚染の不均一のため不正確であるが．第1図より計算されるように大体の所 20 日間で 13～14％減衰の程度と見做される．1ヶ月に直せば約 19～22％の減衰率となつて前報[1]の値と略々一致する．

Fig. 1. Natural decaying of radioactivity in the artificial contamination. (of several ropes, laid stilly in the room).



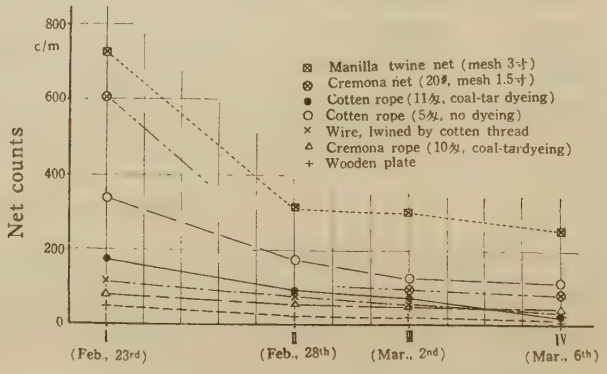
漁具別・材料別の汚染程度について：　汚染減弱に関して次に述べるが，こゝでは汚染されることの難易だけにふれる．（数値については第2図以下の第Ⅰ回目測定値を参照されたい．）

漁具別に見れば，「ロープ」より「網」が，「網」のうちでも結節の多い細目のものがよく汚染されることは全く予想される通りである．例えば，室内放置（強）では網類がすべて 600 c. p. m. 以上に汚染されたのにロープ類は殆ど 400 c. p. m. 以下であつた．瓶玉や鉄板等の汚染度が甚だ低かつたのは当然であるとしても，多孔質の桐浮子や木板が割に低く数えられたのは意外であつた．（ロープ類の 1/4～1/2 程度，詳細の資料は省略する．）恐らくこれは汚染液中へ浸漬する時間の短か過ぎた事に起因しているものであろう．

材料別に言えば，「タール染め」のものとそうでない「素」のものとでは予想通り前者が汚染され難い．「綿」と「クレモナ」とでは後者が多少汚染され難いようであるが顕著な差ではなく測定誤差内に沈む程度である．「麻」はこの両者と比べて非常に汚染され易く，その傾向は「ロープ」に於てよりも「網」に於て著しい．但し，セキヤマ捲きでは麻芯であるのに予想外に汚染され難い．ワイヤ芯セキヤマも勿論汚染され難いものの一つであつて，之等は恐らく木片の場合同様浸漬時間の短いため内部迄の浸潤が無かつたからであろう．

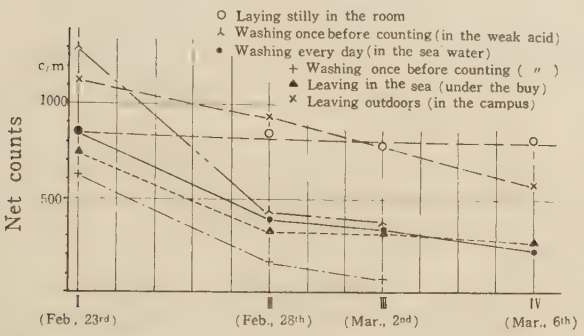
資材別の汚染減弱状況：　一例として第2図に海水一回洗（次の測定の前日に一回だけ 10分間海水で洗う）処理法での漁具資材汚染減弱傾向を示した．網類は当初汚染度が大きいけれども一回の海水洗滌で半分以下に落ちるようである．何れも二回以上の洗滌では大きな汚染減少を生じない．「タール染め」は「素」よりも汚染され難く，木板など非常に汚染され難いことがよく判る．

Fig. 2. Decreasing of counts about various materials, contaminated artificially. (The case of washing once before counting, in the sea-water.)



処理別の汚染減弱状況：　マニラトワイン3寸目の網の場合を以て第3図に例示する．室内静置では前に述べた

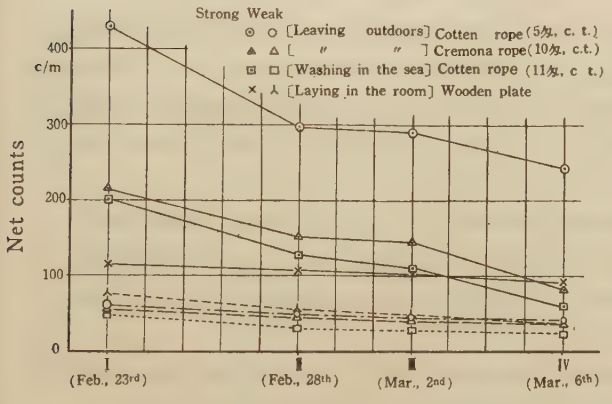
Fig. 3. Decreasing of counts by several treating methods.
(about the manilla-twine net; 3寸 mesh)



事（自然減衰）からも判るように半ケ月当り約 10％の減弱度を示すが，その他の処置ではるかに減弱が急である．特に稀薄硫酸溶液（3％）で洗滌するのは効果が大で，たつた一回の処理に 1/3 迄減弱する．海水洗では，「連続」（毎日 10 分間づつ洗滌）処理が「一回洗」（測定前日一回洗滌）よりも稍々汚染低下を早める．勿論連日海中に浸漬して置く方（「海中放置」）がこの「連続洗」よりも尚一層有効であつて，5 日間の「海中放置」で殆ど「薬液洗」と同程度に 1/3 位迄汚染度を低下せしめる．屋外放置（実施中雨一回，雪一回）でも自然減衰よりずつと早く（半ケ月に凡そ 60％）減弱して行くが，室内外放置を除くすべての他の場合の減弱低下は最初の処理で最も急で，処理の日数又は回数が重なるにつれて緩やかとなる．

汚染強弱の差と減弱状況との関係：　強弱 2 級の組合せを色々な処理法の違つた資材について例示したのが第 4 図である．このうち綿（5 匁，タール染め）のロープは古繩で多少ケバ立つていたせいかよく汚染されているが傾向を把握するのには支障ないと思われる．即ち室内静置は自然減衰曲線に乗るのを当然とするけれども，屋外放置を含め汚染除去の効果を受けるような処理の場合には最初の汚染度の高いもの程よく減弱するようである．計数の絶対値で見れば特にその傾向を強く感ずるけれども減弱率から見ればそれ程の大きな差はなくせいぜい 10％内外の差である．例えば海水一回洗の場合，強汚染では三回処理後 34％程度となるのに弱汚染では約 45％に低下し両者の差は 11％である．

Fig. 4. Decreasing of counts of the various materials, contaminated in different strengths of activity.

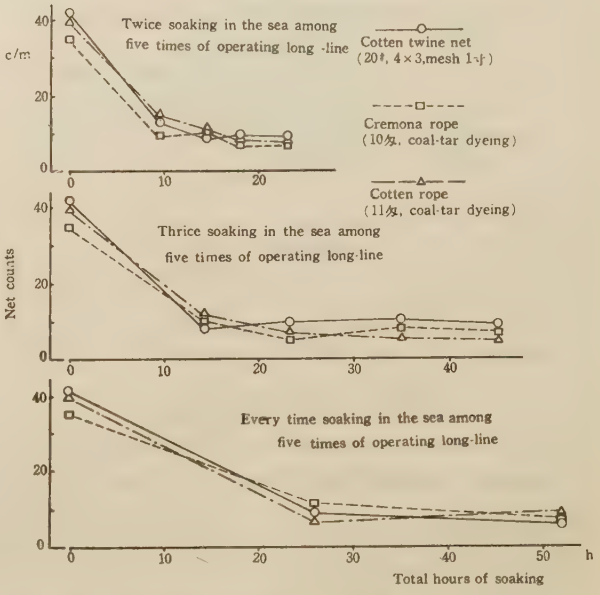


操業中の海中浸漬結果：　これは敬天丸の操業（N: 0°～13°, E: 95°～113°，その間の水温変化 27.3～30.1°C）の繩廻り又は流し中に船尾より海中へ吊下したもので*，漁獲物や乗組員に汚染の害を与えないため弱汚染の資材のみを使用した．放射能測定は陸上（本学内）で行つたので航海の往復日数だけは自然減衰に委せた訳である．即ち，第 5 図に於ける時間 0 点での計数は汚染試片作成より約 3 ケ月後に得られたものであつて汚染直后と比べ略々半減している値である．図で見る通り，1 回の浸漬で殆ど 60％以下に減ずるらしく 2 回で 30～35％，3 回浸漬後

* 練習船敬天丸に於て，この試験に全面的な協力を惜しまれなかつた，源河船長以下関係乗組員並に専攻科学生の各位に対し，心からの謝意を表する次第である．

には 20～24％程度が示されている．10 counts 以下になれば浸漬の回数を増しても殆んど減弱しないように見える．これから考えると一旦汚染されたものはどんなによく洗つても数 counts 残留するものではないかと思われる．これ以上汚染を除去するのは頗る困難であるし，人体にもこの程度は無害と思われもするので，汚染防除対策にはこの程度の許容下限を認めて漁具などを僅かの汚染で死蔵することの無いように配慮するのが実用上妥当な線ではないかと信ぜられる．

Fig. 5. Results of soaking into the sea in the operation of long-line fishing.



結　　び

以上各種漁具資材を強弱2級に汚染せしめ我々に手近かに実施出来る色々の方法で之を処理して汚染防除の方途確立をはかるため之等を比較検討したのであるが，その結果大体次のような事が判つた．

1）F. P. で汚染された漁具の放射能は之を自然のまゝ放置しても毎月当り 20％程度づつ減弱して行く．

2）汚染されることの難易としては，汚染され難い陶器・金属・木材からはじまつて予想外に汚染度の低いセキヤマ，予想通りに「素」のもの程汚染されない「コールタール染め」のロープと言つた順で次第に染まり易くなり，麻の「素」に至つて最も汚染され易い材質と認められた．ロープよりも結節の多い網類は形の上からも汚染され易いと思われたが，測定結果も将にその通りであつた．

3）薬品（稀薄硫酸溶液）で洗滌すれば放射能は激減するが，このようなものの無い場合でも海水で洗滌すれば汚染の低下を期し得られる．強く汚染されていればいる程よく洗滌が利き第一回の処理で殆ど半減する．勿論海水による洗滌の回数や時間数が多くなればなる程汚染度は減弱されて行く．

4）しかし，10 c. p. m. 以下ともなればなかなか減弱し難くなり，敬天丸の船尾から海中に浸漬した結果でも判る通り，50時間に及ぶ処理でも 5～8 c. p. m. 位は残留する．

これから考察すると汚染防除の対策として次の諸点が挙げられてもよいであろう。

a）降雨海水などよりする放射能汚染は結節などの多い繊維製品特に麻網などによく生ずるから気をつけねばならない。

b）一旦汚染された漁具は出来るだけ早く，回数や時間数を多くかけて海水で洗滌した方がよい．

c）しかしやたらに時間や手数をかけて放射能を完全に除去しようとしてもうまく行かず，どうしても数 counts 程度は残留すると思われるから洗滌はある程度にとどめ，以後は注意しつつ再び使用して行くのが実際的であろう．

以上の試験に於ては，試片調製の際汚染が均一に行われなかつたせいか1シリーズの計測結果のうちでも前后矛盾するような値の得られた事があつた．しかし，大観する所汚染漁具の防除を如何にすべきやという事に関する対策を本実験によつて量的にも質的にも一応把握し得たものと信ずる．

放射能計測に当つて尽力して頂いた本学水産工学教室中山博君及び第五期卒業生佐々木・山口両君に対して深甚の謝意を呈する．

本研究は文部省綜合研究費の補助を受けて「放射性物質と水産物に関する研究」の一環としてなされたものである．

Résumé

Firstly, in our investigation, several kinds of materials of fishing gears were contaminated artificially. Next, many testing pieces had been cut off from these materials and then they were counted at proper periods after being set under the various conditions; for examples, leaving out-doors, soaking in the sea, washing with the sea water, and so on.

The results obtained through these tests are as follows:

a) In these materials contaminated by F. P., the rate of natural decaying of the radioactivity is about 20 % per month.

b) In these materials of fishing gears, "net" is contaminated more easily than "rope", and "no-dyeing" rope than "coal-tar dyeing" rope. Especially, "Manilla twine" rope or net is contaminated most easily. Unexpectedly, it is seemed that wooden plates and sekiyama (a kind of line, twined with cotten thread) are hardly contaminated.

c) In any case, the radioactivities of contaminated materials are decrease by "washing". And, in the case of washing materials contaminated strongly, the declination by "washing" is very remarkable; for example, the value of its rate is about 50 % by once washing in the sea-water.

d) On the other hand, weak radioactivity decreases gradually through many times of washing, but it is seemed that the declination stops as about $6\sim8^{c.p.m.}$.

As the conclusion on these results, it may be said that once the fishing gears should be contaminated, then they should have to be washed with fresh sea-water immediately, and that it is better to use them carefully at low count ($6\sim8^{c.p.m.}$) because it may be futile efforts to wash them at too many times or for too many hours.

参 考 文 献

1) 齊藤　要，鮫島宗雄：鹿児島大学水産学部紀要，第4巻，(1955)

第VI報　魚肉に対する Fission Product の挙動*

高田幸二・西元諄一

VI. The Behaviour of Fission Product for the Fish Meat

Koji TAKADA, Jun-ichi NISHIMOTO

緒　　言

放射性物質によつて汚染せられた魚肉を摂取した場合の人体に対する影響については，医学方面から種々論議せられている．その許容量は未だに確定した値が示されていないが，何れにしてもこれを摂取することは出来る限り避ける事が望ましい．従つて汚染肉より放射能の除去については原子力産業の発達と共に一応考慮を要する問題である．その除去については，煮熟，水晒，凍結，解凍等の手段方法が実験的に試み[1]られて，各方面から検討せられている．何れの方法を行うにしても魚肉蛋白に対する各種の放射性物質の理化学的作用から検討した基礎的結果にまたねばならぬことは当然のように思われる．

この基礎的実験結果は更に魚肉加工処理中に於ける特定成分の品質その他におよぼす影響並びに魚の死後体内に於ける特定成分の移動等の観察追究の場合に利用し得るのではないかとの見地から，余等は F. P. を用いて実験を試みた．

実　　験

I　測定方法

当実験の結果は試料を灰化又は乾物としたものを Net-count で表わし，自己吸収，その他の影響は特に考慮しなかつたものが大部分である．使用した G. M. 計数器は科研製 Model 32 で雲母板と検体との距離は 10 mm，35 mm の何れかである．

II　実験その一　　魚肉蛋白に対する F. P. の作用

A.　試料の調製

新鮮なサバ（*Scomber tapeinocephalus*）を試料に用い，これを三枚におろし，皮，血合を取り除き精肉のみとなし，ミキサーで均一化し，Xanthoprotein 反応で蛋白量を測定[2]したが蛋白量 23.2 % であつた．

B.　魚肉の TCA（CCl_3COOH）処理による放射能の吸着

試料を 0.1, 0.5, 1.0 % の蛋白質量となるように採取し，これに汚染水 20 cc（5 ± 2 cpm/cc）を加え 5 分間よくかき混ぜた後 50 cc となし遠心分離する（3,000 r. p. m. 10 分）．その上澄液と充分に洗つた残渣について試験した．上澄液は 20 % TCA の 5 cc を加え 10 分後遠心分離して沈澱を取り去つたものである．その結果は Table 1 に示した．この実験では上澄液の蛋白質の濃度は判らないが既に齊藤，鮫島は既知濃度の水溶性蛋白についての実験結果を発表している．その事から生の魚肉に加えられた F. P. が肉蛋白は勿論水溶性で TCA によつて沈澱する区分にも可なり吸着せられるものであると考えられる．

* 昭和31年4月，日本水産学会年次大会（シンポジウム）にて発表．

Table 1. Change in counts of fish meat.

Fish meat protein %	Solid (Muscle stroma)			Supernatant liquid					
	Ash			Ppt. by TCA. ash			Filt. ash		
	Yield (mg)	c/m	%	Yield (mg)	c/m	%	Yield (mg)	c/m	%
0.1	1.2	30±1	36.5	Trace	17±1	20.7	4.4	35±3	42.6
0.5	2.7	31±2	39.2	0.6	16±1	20.2	25.4	32±2	40.5
1.0	7.7	35±4	47.2	1.2	14±2	18.9	53.4	35±1	33.7

C. 魚肉水溶性蛋白部分の熱処理による放射能の吸着

上記と同様に処理した上澄液を沸騰後 10 分間加熱を続け凝固区分と非凝固区分とに分ち凝固区は充分に水洗して夫々灰化した．その結果は Table 2ノI のようである．

Table 2. (I, II) Change in counts of fish meat.

No.	Fish meat protein %	Solid (Muscle stroma)			Supernatant liquid					
		Ash			Ppt. by heating ash			Filt. ash		
		Yield (mg)	c/m	%	Yield (mg)	c/m	%	Yield (mg)	c/m	%
I	0.1	1.9	48±5	36.0	Trace	30±3	22.5	5.3	55±1	41.4
	0.5	2.6	55±2	42.0	0.3	34±2	26.2	28.4	41±4	31.5
	1.0	8.6	68±3	51.5	1.1	41±4	31.1	42.0	33±2	25.0
II	0.1	1.5	96±1	45.3	Trace	7±2	3.3	4.5	109±2	51.5 ☆
	0.1	1.6	100±4	47.2	Trace	24±2	11.3	5.2	88±1	41.5 ☆☆

Table 2-I (Add count 160 c/m) ☆ 5% CH_3 COOH
Table 2-II (Add count 255 c/m) ☆☆ 20% TCA (Trichloroacetic acid)

これを TCA 処理のものと比較すれば TCA 沈澱部の灰分は熱凝固区より明かに count 数が少い．もし F. P. の吸着が蛋白量に比例して多くなるものであるとするならば，この場合も当然 count 数が多くなる筈であるのに，かえつて少ない傾向となつている．これは TCA 処理のものが酸性になつているためではないかと考え，これを同程度の酸度となるように 5% 酢酸液を加えて加熱処理したところ Table 2ノII のような結果を得た．これにより酸性の水溶性蛋白溶液の沈澱部に吸着せられる放射性物質は少ない傾向がわかり，酸性とすれば F. P. の吸着が少なくなるのではないかと考えられる．

D. 熱凝固（変性）蛋白の F. P. の吸着

上記の実験結果から生蛋白については相当量の放射能が吸着される傾向にあることを知つたのであるが，更に熱変性蛋白について実験を試みた．すなわち魚肉蛋白は 0.1, 0.5% の魚肉に 30 cc の水を加え沸騰後 10 分間加熱し，冷却後その凝固区（凝固区蛋白量は測定していない）に汚染水 5 cc (51 ± 2 cpm/cc) を加え，ガラス棒にてよく細砕し，かき混ぜ，水で 50 cc となし 10 分後，凝固区分を取り充分洗つた後灰化し count を測つた．その結果は Table 3 に示した．変性した魚肉蛋白は生蛋白ほどではないが，やはり或る程度の吸着があるように思われる．すなわち F. P. は自然状態の蛋白によく吸着せられるが変性した蛋白に対しての吸着は減少するのではないかと考えられる．

Table 3. Fission product adsorption of heat coagulated fish meat.

Fish meat protein %	Coagulated part ash		
	Yield (mg)	c/m	%
0.1	1.1	53±4	20.8
0.5	5.8	72±1	28.2

III　実験その二　　汚染魚の透析による放射能の変化

前述のように F. P. は自然或は変性状態の何れの蛋白に対しても程度の差はあるが吸着せられることを知つた．ところで吸着せられた放射能がその処理方法によつて如何なる挙動をなすかを知ることは重要なことである．そこで余等は，動物膜及び人工透析膜を用いて実験を行つた．動物膜としてはサバ表皮，サメ腸間膜，人工膜は硫酸紙とセロファンを選んだ．

A.　透析に使用せる膜の種類による F. P. の移動の差異

内径 28 mm のガラス管を適宜の長さに切り円筒を作りその一端に透析膜を張り管内に汚染水を充たし 50 cc の水中及び流水中で透析し，干燥した後 count を測定した．尙動物膜は5％ホルマリン液に浸漬して処理せるもの及び未処理のものにつき実施した．（腸間膜は 20 時間，魚皮は 18 時間浸漬固定）透析時間は 6 時間及び 24 時間でその間の温度は 10～15°C であつた．管内の液，透析膜自体及び水中で行つたものはその水の部分について計算した．結果は Fig. 1 に示したようである．これを見ると硫酸紙はセロファンに比べてよく透析しセロファ

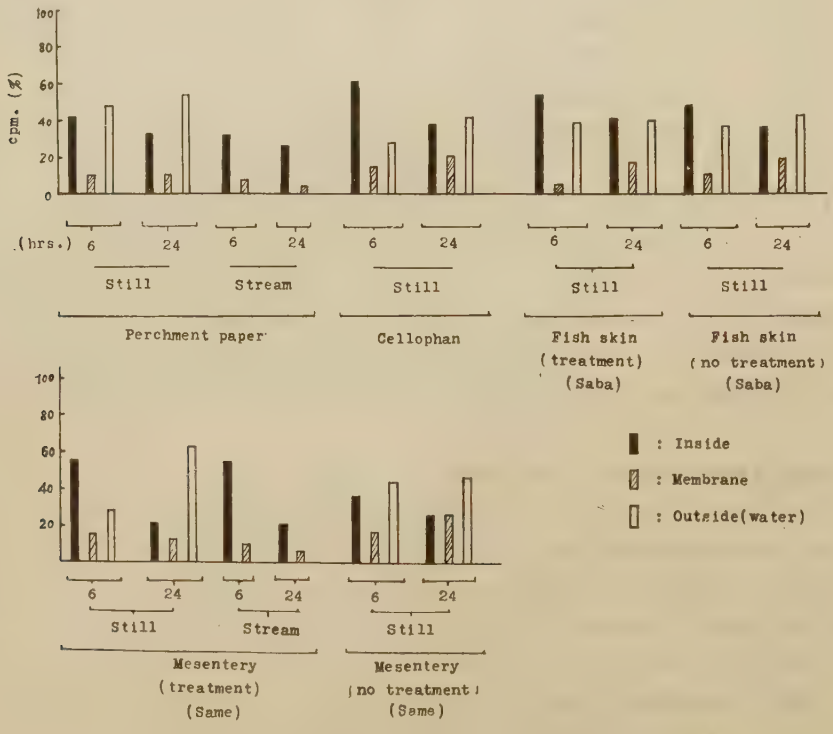


Fig. 1. Chang of radioactivity by treated with dialysis on the various membrane.

ンでは膜自体に硫酸紙の約2倍の放射能吸着が見られた．動物膜では何れも大体同じ程度の透析をなす傾向を示すが腸間膜のホルマリン液で固定のものは透析時間の経過と共に透析により残存放射能が最も小となつている．こゝで注目せられる事にホルマリン処理をしたものと然らざるもの，すなわち蛋白が変化したものとしないものとの間において未処理の膜自体に放射能が多く吸着されるのではないかと推測されたがそれ程大きくなく透析率は，むしろ大きくなつているものもある．勿論この場合未処理のものは透析中に組織が軟化膨潤したために透析率が増加したとも考えられるが，サメの腸間膜ではホルマリン液処理のものより未処理のものが膜自体に吸着せられた放射能が多い事実も認められた．

B. 汚染魚の透析

前述の実験結果から硫酸紙がよい透析率であつたのでそれを用いて透析を行つた．すなわち均一乳剤化したサバ精肉の一定量に汚染水 5 cc (51 ± 2 cpm/cc), 水 30 cc を加えて 5 分間よくかき混ぜ 10 分間遠心分離 (3,000 r.p.m.) を行い上澄液を除き残渣をよく水洗してこれを適当量の水に懸濁して管内に入れ 50 cc の静水及び流水中で透析して夫々灰化し，その放射能を測つた結果が Table 4 である．

Table 4. Change in counts of contaminated fish meat by dialysis.

Fish meat	Time of dialysis	Contaminated meat ash		Still water						Running water		
				Inside ash			Outside ash			Inside ash		
g.	hr.	Yield	c/m	Yield	c/m	%	Yield	c/m	%	Yield	c/m	%
0.4	6	1.8	112±1	1.2	102±1	91.0	0.7	9±2	8.0	1.3	107±1	95.5
	24			0.9	96±1	85.6	0.9	15±3	13.4	0.9	97±1	96.6
2.1	6	6.2	147±1	4.9	103±1	88.5	2.0	16±1	10.9	4.8	130±3	88.5
	24			4.1	128±1	87.0	3.1	17±1	11.5	4.2	108±1	73.5

汚染魚肉中の F. P. は約 10 % 程度が透析によつて水に移行し魚肉量により透析率が著しく異なる事はない様である．又静水と流水とは流水で透析したものが，透析率はよいのではないかと思われたが，甚だしい差異は認められなかつた．これは試料が少量のためであつて，もつと多量を用い透析水と試料の量の割合を変えて実験を行わなければ確かな事は言えない．

IV　実験その三　　魚類の死後体内に注入せられた F. P. の移動について

活魚について放射性物質含有汚染水中で飼育しその放射能の体内移動についての実験[3]はあるが死後の汚染水注入による移動の実験は殆んどない．魚類死後に於ける体液特に内臓液の移動又それの魚肉中への浸透が鮮度に如何に影響を及ぼすかと云う事は一つの重要な問題である．そこでこの体液の移動を追究する一つの方法として放射能で「マーク」した内臓液を使用して実験をした．すなわちサバ（体長約 30 cm）の腹腔内（肛門上方約 5 cm）に放射能汚染水 0.4 cc 又は 0.8 cc (Ca. 70 cpm/0.1cc) を注入して背立して室温 (8°～13°C), 冷蔵庫 (−6° ± 1°C) 及び −25° ± 3°C の室に放置し魚体各部の放射能を検した結果は Table 5 に示した様に，殆んど注射部位より移動していない様である．これは前述の様に F. P. は組織蛋白によく吸着せられるためであろう．F. P. は生活時は新陳代謝により吸収排泄に伴い放射能の生理的移動は既に明かに認められているが，この実験では生活機能を失つた魚体に於ける理化学的移動は殆んど認められぬ様に思われる．

Table 5. The transition of the radioactivity in the fish meat which is injected in the post mortem.

Temperature	Stock hour	State	Count on part of fish body							
			Surface	Backbone on internal org. side	Tail	Back bone on tail	Abdominal region (Except internal org.)	Gill	Kidney	Internal organe
8°~13°C	72 hrs.	meat soften. putrefied odor.	10±2	3±2	3±3	3±2	104±2	11.5±1	3±2	131±1
	3 days at 0°c after stock in 72 hrs.	meat soften. brown, putrefied odor.	2±1	89±1	10±1	23±2	73±2	28±4	22±3	284±4*
5°~7°C	55 days	slimy brown. rancidity little putrefied odor.	2±1	6±1	3±3	5±3	43±4	4±4	3±2	84±4
−25°C (±3°C)	55 days	good	9±1	1±1	4±2	1±1	14±2	3±2	1±1	105±3
			4±1	4±2	1±1	3±2	183±2	1±1	86±2	219±1*

* 0.8 cc. contaminate water added.
700 cmp/cc.

要　　約

1）生魚肉蛋白及び水溶性蛋白に放射能（F. P.）は吸着せられるが，殊に熱凝固の水溶性蛋白との吸着が最も強く，酢酸添加のものは最も弱い．同じ酸度の三塩化酢酸で沈澱する部分は中間で酸性の場合は吸着が減少する傾向がある．

2）熱変性（凝固）せる魚肉蛋白は生蛋白に比べ放射能の吸着は少ない．

3）硫酸紙，セロファン，及び動物性膜等の透析膜の中 F. P. に対しては，硫酸紙が最も透析し易く汚染魚肉中の放射能は透析により或る程度除去せられるが，F. P. は魚肉組織に非常に吸着せられ易い性質がある様に思われる．

4）死後の魚体腹腔内に F. P. を注入し内臓液の移動を検したがその理化学的移動は殆んど認められなかつた．

本報は昭和30年度文部省総合研究（水産物に関する放射化学的研究）による業績の一部で，御支援を賜つた当局並に同研究班委員長，東京大学教授森高次郎先生に深謝の意を表する．

Résumé

The working influence of the fission product on fish meat was examined with the following results.

1) A radioactivity adsorbing propensity was seen in fish protein and other water soluble protein.

In the both cases, the propensity was "strongest" in some of the heat coagulative among the water soluble protein; and was "weakest" in the one added with acetic acid, while it was "middle" in the one which was to be deposited by trichloroacetic acid of the equivalent acidity: and in case of the one with a certain acidity a somewhat decreasing tendency was observed in the propensity.

2) The heat coagulated protein of a fish meat showed the less radioactivity adsorbing propensity than the ordinary protein in the live one.

3) Among the various membranes of dialysis, e. g. parchment paper, cellophan and animal membrane, to the fission product the first one showed the most strong dialytic propensity.

And, by using the meas of "dialysis", it was not impossible to remove some of the radioactivity from the contaminated fish meat; but, as might have been supposed, the tenacious adsorbing propensity of fish meat prevented us to cleanse throughly the contamination from it.

4) The transferring of fission product injected into the abdominal cavity of fish body was examined, but hardly any transference was perceptible.

文　　献

1）齊藤　要，鮫島宗雄：本誌，**4**，124，（1955）

2）高田幸二，西元諄一：昭和30年，日本水産学会秋季大会発表．

3）森　高次郎，佐伯誠道：昭和31年，日本水産学会シンポジウム．

第VII報. 核分裂生成物 (Fission Products) の海藻への転移に関する研究*

齊藤　要・鮫島宗雄

Studies on the Contamination of Marine Algae by Fission Products

Kaname SAITŌ • Muneo SAMESHIMA

緒　言

1954年ビキニ環礁で行われた原水爆実験は我が国の水産業に多大の損害を与えたが，アメリカは1956年にも又同環礁附近で約十回にわたり原水爆実験を行つた．その人類に及ぼす影響は世界の関心を集め種々論議検討されているが，特に汚染が著しいと考えられる北赤道海流域は我が国の主要漁場である事よりそれが水産物並びに水産業に及ぼす影響については無視し得ないものがある．

このような見地より魚介類の放射能汚染に関しては我が国でも数多くの研究[1),2),3),4)]が発表されており，著者等も既に前報[5)]に於て鹿児島県に水揚げされた放射能汚染魚について若干の結果を報告した．ところで藻類特に海藻類の汚染に関する研究は極めて少い．Boss氏[6)]は各種淡水産生物の核分裂生成物による汚染を比較検討し，糸状藻類への吸収が最も大きく植物プランクトンがこれに次ぎ，魚の場合は汚染藻類を餌料とする魚種に多くの放射能を検出したと述べている．このように藻類は魚介類に比し直接食用としての利用度は少いにしても放射性物質が海藻を通して魚体へ転移する可能性は極めて大きいし，又原子力の平和利用の発展に伴つて当然生ずる核分裂物質を含む廃棄物による沿岸生物の汚染問題等を考えると，海藻類の放射能汚染対策に関する研究もゆるがせに出来ない．又一方放射性同位元素による海藻の栄養生理に関する研究も極めて興味深い分野である．

本報ではかような観点に基づく基礎実験として，核分裂物質の海藻類への転移並びに除去其の他について検討した結果を報告する．

実　験　の　部

放射能汚染海水の調製：　東洋濾紙 No. 2 で濾過した海水を直径 30 cm, 3*l* 容ガラス製水槽に 1,500 cc とり，これに fission products (F. P. と略す)……Oak Ridge 製 Batch No. 24, 1.58±5% mc/cc, Assay 22–9–1955, 4.3 N HNO_3 溶液……を大略 mc/500.000/cc 及び mc/1,000,000/cc の濃度になるように加え，前者を強汚染海水，後者を弱汚染海水として使用した．汚染海水の持つ放射能強度については各実験の項に記載する．

放射能測定法：　海藻試料は水道水で附着する培養海水を洗い去り濾紙にて水切り後，約80°Cの電熱乾燥を行い粉末となしその 100 mg をステンレス製試料皿にとり，又培養海水は駒込ピペットで 0.5 cc を同じく試料皿にとり赤外線ランプにて照射乾燥後測定した．

* 本報は昭和31年4月，日本水産学会（水産物に対する放射線の影響に関するシンポジウム）にて発表．

計測は科研製 Model 32 GM 計数器（マイカの厚さ 2.9 mg/cm²）を使用して 5 分～15 分間行い，自然計数を差引いた net cpm として表示した．なお測定距離は海藻試料ではマイカ窓から 75 mm，海水試料は 15 mm であるが，β線吸収率測定の場合は全て 25 mm，天然産海藻の持つ count の測定には 15 mm の距離で行つた．

供試海藻： いづれも 1955 年 12 月～1956 年 3 月に鹿児島市鴨池海岸で採集したものであるが，その種類は次の如くである．

緑藻類	アナアオサ	*Ulva pertusa*
	ヒトエグサ	*Monostroma nididum*
	アオノリ	*Enteromorpha intestinalis*
褐藻類	セイヨウハバノリ	*Ilea Fascia Fries*
	カヤモノリ	*Scitosiphon lomentarius*
	ヒジキ	*Hijikia fusiforme*
	ウミウチワ	*Padina arborescens*
	ヤツマタモク	*Sargassum patens*
	フタエモク	*Sargassum duplicatum*
	イソモク	*Sargassum hemiphyllus*
紅藻類	オオオゴノリ	*Gracilaris gigas*
	カバノリ	*Gracilaris Textorii*
	オキツノリ	*Gymnogongrus fravelli*
	フクロフノリ	*Glacopertis furcata*
	エツキツカサノリ	*Callimenie stipitat*
	ツクシアマノリ	*Porphyra suborbiculata*
	アサクサノリ	*Porphyra tenera*

実験結果及び考察

天然海藻の放射能強度

天然のカリウム中には放射性同位元素 K^{40} の存在が知られているが，海藻中には特にカリウム含量多くその資源として注目されている種類があるので，実験に先立ち天然産海藻の持つ放射能強度について比較検討した．

海藻は乾燥粉末として 1 g をステンレス製試料皿にとり計測したが，この結果は Table 1 の如く褐藻類のヤツマタモク，紅藻類のオゴノリ等に比較的 count 高く，緑藻類に少い様な傾向が認められ，中には 10 cpm/g 以上を示すものがある．これらの count と試料の K 含量との相関的関係の有無はなお検討中である．以上の理由で海藻を試料とする場合は通常の background の外に海藻自体の持つ count を考慮する必要がある．しかし次記の各実験で考慮すべき供試海藻自体の count は本報告の測定条件，即ち試料の量及び計測距離に於ては Table 1 に示す数値の約 1/50 程度である．

F. P. によるアナアオサの汚染

環境水が F. P. で汚染された場合及び汚染された海藻を再び未だ汚染されない正常海水に戻した場合の放射能強度の変化を，アナアオサを試料とし二，三の条件下で検討した．

Table 1. Radioactivity of several species of marine algae.

Species	cpm/g. of dried matter
緑藻類 *Chlorophyceae*	
アナアオサ *Ulva pertusa*	4 ± 2
ヒトエグサ *Monostroma nididum*	6 ± 7
アオノリ *Enteromorpha intestinalis*	3 ± 2
褐藻類 *Phaeophyceae*	
セイヨウハバノリ *Ilea Facia Fries*	7 ± 2
カヤモノリ *Scitosiphon lomentarius*	7 ± 2
ヒジキ *Hijikia fusiforme*	3 ± 2
ウミウチワ *Padina arborescens*	4 ± 3
ヤツマタモク *Sargassum patens*	10 ± 3
紅藻類 *Rhodophyceae*	
オオオゴノリ *Gracilaria gigas*	11 ± 3
カバノリ *Gracilaria Textorii*	7 ± 3
オキツノリ *Gymnogongrus fravelli*	9 ± 2
フクロフノリ *Glacopeltis furcata*	5 ± 2
エツキツカサノリ *Callimenie stipitat*	7 ± 3
ツクシアマノリ *Porphyra suborbiculata*	7 ± 2
KCl (cpm/500mg.-K)	78 ± 5

培養条件： アナアオサは採集後濾紙にて水切りし 40g づつの6群に分け，その2群を1組として次の3区分に分けた．

1）そのまゝ処理を加えない区分

2）2% formalin 含有海水に5分間漬け細胞を固定した後，正常海水で充分洗滌した区分

3）コンクリート床上にて直射日光に 約10時間当て乾燥枯死させた区分

2）及び 3）区分は原藻の生活機能を失わせ，藻体表面の状態を変化させたもので，1）に対する対照である．

F. P. 汚染海水は強弱3個づつ調製し各区分のアナアオサを1群づつ入れた．汚染海水中の培養は 24時間，水温 10°～15°C で，開始後 12時間までは1時間ごとにガラス棒で海水を攪拌し藻体が汚染海水に均等にふれる様にした．24時間経過後正常海水で充分洗滌し 2,000cc の正常海水を入れた水槽に移し，以後は1日に2回新しい海水と交換し所定時間ごとに各試料の放射能強度を測定した．測定は汚染海水に培養中は藻体及び環境水の両者について，正常海水に培養中は藻体についてのみ行つた．以上の条件で数回の実験を試みたが何れもほゞ同様の結果が得られ，その代表的な例は Fig. 1 及び Fig. 2 に示す通りである．

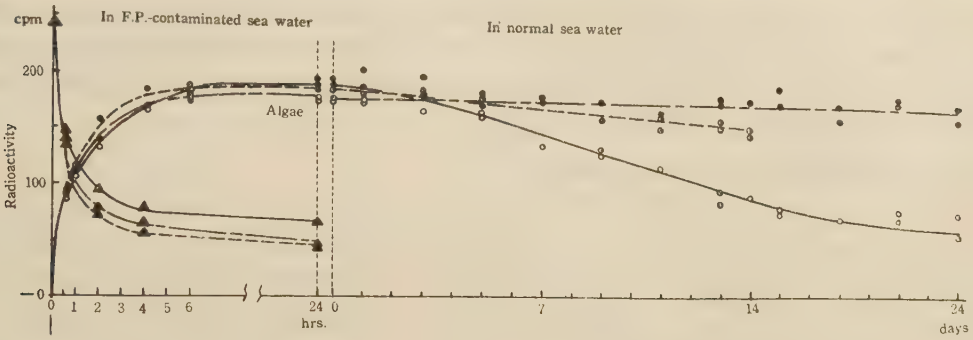


Fig. 1. Count-variation of *Ulva pertusa* cultured in the F. P.-contaminated and normal sea water. — 1 (at 10°～15°C.)
——— Algae with vitality
—·—·— Algae lost vitality by exposure to sunlight
------ 〃　〃　〃 by being immersed in formalin
▲ Radioactivity of cultured sea water

In case of algae the standard of measuring cpm. was par 100 mg. of dried matter by distance of 1.5 cm. and in case of sea water it was per 1 cc. water by distance of 7.5 cm. These standards are applicable in Fig. 1, 2, 3, and 4 and Table 3.

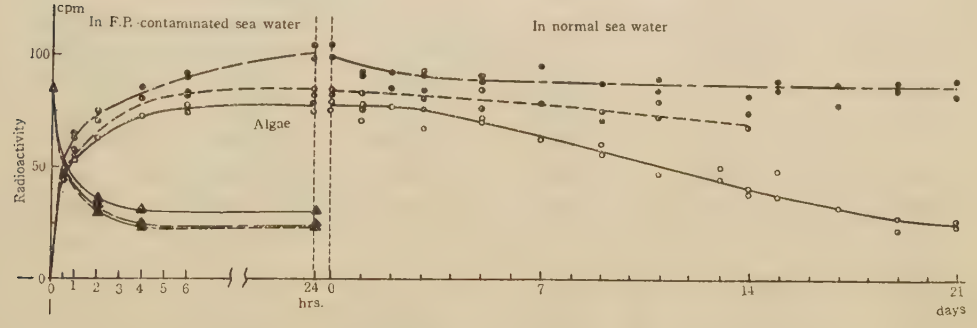


Fig. 2. Count-variation of *Ulva pertusa* cultured in the F. P.-contaminated and normal sea water. —2. (at 10°～15°C.)

大略の傾向を述べると，243 cpm/cc の放射能を持つ強汚染海水 1,500 cc 中に 40 g のアナアオサを培養した場合，放射性物質は急速に藻体へ転移し 4 時間後には殆んど最高に達し，24 時間培養後藻体に転移した放射能は最初培養液中に存在した全放射能の約 75 % にも及んだ．一方 83 cpm/cc の弱汚染海水に於ても放射性物質の転移は速かで 6 時間後には平衡状態となり，24 時間後には全放射能の約 58 % が藻体へ移る結果となつた．これと同時に行つた生活機能を失つた藻体による対照実験でも生活原藻と同じ傾向で転移したが，24 時間後藻体へ転移した放射能は強汚染，弱汚染海水それぞれ約 80 % 及び約 60 % となり生活原藻よりやゝ強く汚染されるという予想外の結果を得た．一方正常海水に移した場合，生活原藻からは 1，2，3 週間後にそれぞれ約 25, 50, 70 % の放射能が失われるのに対し，生活機能を失つた藻体からの減少は殆んど認められない結果となつている．

このように本実験条件下に於けるアナアオサは F. P. によつて汚染された環境水中で容易に汚染され，しかも環境水単位量当りの試料の重量より考えると魚介類より汚染度が高くしかも

速かに汚染が行われるようである．その上一度汚染されるとその放射能は容易に転移しない傾向も認められる．（魚介類の汚染については後に報告する）なお放射能汚染海水の量に対する海藻量と汚染度の関係についても検討する予定であるが，何れにしても F. P. による海藻の放射能汚染はかなり重要視すべき問題と思われる．

汚染した培養海水並びに藻体の β 線吸収率

前述の如く F. P. 汚染海水中ではアナアオサは生活力の有無にかゝわらずかなり汚染されるのであるが，この場合の汚染は藻体の生活現象に伴う F. P. 構成元素の選択的な生理的吸収によると考えるより，むしろ生活力とは無関係な F. P. と藻体成分間の物理化学的吸着現象に起因する事が予想される．これらの汚染機構については目下検討中であるが，次に予備実験として行つた各試料の β 線吸収率測定の結果について述べる．

前項と同条件の F. P. 強汚染海水で培養中に，アナアオサの生活原藻及び生活機能を失つた藻体に転移した放射性物質，並びに培養海水中に残る放射性物質について β 線吸収率を求めた結果は Table 2 の如くである．

Table 2. β-ray absorption rate of F. P.-contaminated sea water and *Ulva pertusa* cultured in it for 72 hrs.
(Estimated radioactivity %)

Thickness of Al-absorber (mg./cm²)	Before culture	After culture			
		Normal algae		Algae fixed by formalin	
	Sea water	Algae	Sea water	Algae	Sea water
0	100	100	100	100	100
1.9	92	92	92	92	96
4.8	83	88	88	96	93
10.7	75	81	88	85	93
18.0	67	77	80	84	85
41.0	58	74	72	72	56
110.0	52	53	52	56	33
243.0	18	28	16	30	7
540.0	9	13	12	6	11
1350.0	1	1	0	3	1

* Algae lost vitality by being immersed in formalin solution.

培養開始前の海水即ち F. P. の稀釈液中の放射性元素の殆んどが β 崩壊を行う元素より成立つていると考えられるが，72 時間培養後の海水及び藻体共にほぼ同様の β 線吸収率を示している．勿論この結果のみでアナアオサの F. P. を構成する放射性物質に対する選択吸収性の有無を論ずる事は困難であつて，もしこの F. P. に含まれる放射性元素が一種であれば，この結果より選択吸収性無しと言えるが，二種以上含む場合は，たとえ選択吸収されていても各元素の β 線エネルギーに差が無ければ判定はむづかしい．しかしアナアオサは生活機能の有無にかゝわらず同程度の速度及び強さで放射能汚染を受け，更に β 線吸収率についても殆んど同じ結果を得た事から，少くともこの場合の初期汚染は主として F. P. と藻体成分間の物理化学的吸着現象に起因する可能性は充分考えられる．

各種海藻間に於ける放射能汚染度の比較

次に海藻の種類によつてこの転移状態に相違があるか否かを，アナアオサと外観上の形態の類似した紅藻類のアサクサノリ，褐藻類のセイヨウハバノリを用いて比較実験した．

培養は弱汚染海水（113 cpm/cc）3,000cc を調製し，3種の海藻を各 20g 入れ水温 10°～15°C で3日間培養し，0, 12, 24, 48, 72 時間後に計測を行つた．ついで汚染海藻を正常海水に移し毎日海水を交換して3日間培養し，放射能強度の変化を測定して Fig. 3 に示す結果を得た．

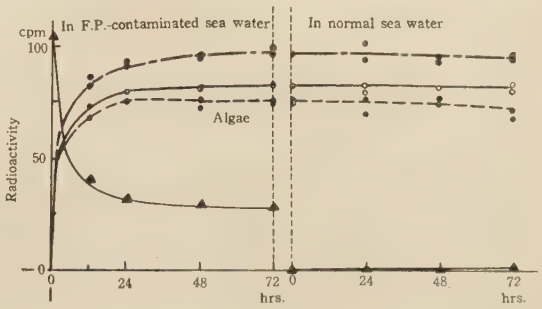


Fig. 3. Count-variation of several species of algae cultured in F. P.-contaminated and normal sea water. (at 10°～15°C.)

——— *Ulva pertusa*
—·—·— *Ilea Fascia Fries*
------ *Porphyra tenera*
▲ Radioactivity of cultured sea water

この実験では3種共大体同じ傾向の放射能転移を示したが，セイヨウハバノリは最も強く汚染され又正常海水中での放能射減少も少いようであり，アサクサノリの汚染度はアナアオサより大で正常海水中での減少率も大であつた．しかし三者とも短時間で強く汚染され，又一度汚染されたものは正常海水に移しても容易に放射能強度の弱くならない点は共通であつた．著者等の経験によれば F. P. による各種海藻の汚染度には藻体の粘質物量並びにその質的な性質と，次に述べる藻体表面の幾何学的性質が特に関係するようであるが，これらに就ては目下検討中である．

藻体各部位による放射能汚染度の相違

アナアオサの如き海藻とは異なり外観上明らかに葉部，茎部，根部等に区別し得る形態を持つ海藻を，F. P. 汚染海水中に培養した場合に於ける藻体各部位の放射能汚染度を比較検討した．

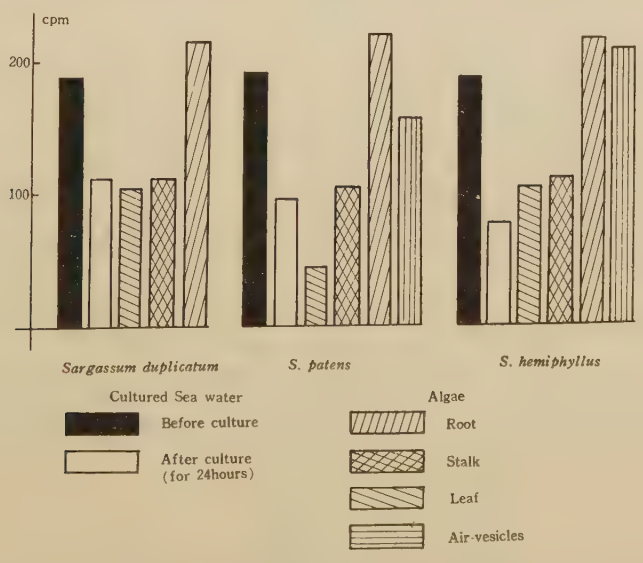


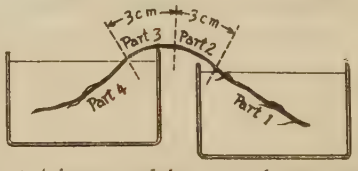
Fig. 4. Variation of contamination propotionally shifted the part of the algae (cultured at 10°～15°C.)

供試海藻は褐藻類のヤツマタモク，フタエモク，イソモクの3種で各々30gを予め調製した3個の強汚染海水槽に入れ，水温 10°～15°C で 24時間の培養を行つた．培養開始前の海水の count 及び 24時間後の海水及び藻体各部の count は Fig. 4 の如くで，藻体各部位によりかなり相違のある事が観察された．

3種の海藻間には count に多少の差はあつても全体を通じて葉部，気胞部が強く，茎部，根部が弱く汚染されている．これは計測の際乾燥粉末として 100 mg を単位としているので，茎や根部に比し，重量に対して体表面積の広い葉や茎部に多くの放射性物質が吸着されたものと考えられる．この傾向は海藻の種間にも見られる．即ち重量に対して表面積の広い順に並べるとイソモク，ヤツマタモク，フタエモクとなるが，培養後の海水の放射能強度を比較すると培養前は3種共ほゞ同一であつたものがフタエモク，ヤツマタモク，イソモクの水槽の順となり，先に挙げた表面積順の逆となる．即ち表面積の大なる海藻程多くの放射性物質を吸着する傾向のある事は確かと思われる．

F. P. の藻体内での移動に関する予備実験

F. P. に対する海藻の吸収生理又は体内に於ける移動の有無を更に別の方法で検討すべく次の実験を行つた．前項と同じ放射能強度に調製した培養海水を水槽にみたし Fig. 5 の如く正常海水をみたした水槽と並べ，両水槽間にオオオゴノリを掛けわたした．この時正常海水の液面は汚染海水面よりやゝ高目とし，藻体の空気にふれる部分の乾燥を防ぐためこの部分は濾紙でおゝい，濾紙の一端を汚染海水に漬ける事なく他の一端を正常海水にひたした．この様にして所定時間後この細長い藻体を Fig. 5 の如く 4 個に切断し，各部分の count を測定すれば海藻に吸収された F. P. の藻体内に於ける移動の有無を観察出来るわけであるが，各部分の count の時間的変化は Table 3 の如くである．



Part 4 immersed in normal sea water. Part 1 immersed in F. P.-contaminated sea water, having the radioactivity of 198 cpm/cc..
Species of sample : *Gracilaria gigas*.
Fig. 5

放射能汚染は Part 1 に強く現れ放射性物質は殆んど他の部分に移動していない．Part 2 に示す count は汚染海水が藻体表面に creeping した事が考えられるので，環境水が F. P. に汚染された場合海藻はその体表面に多量の放射性物質を急速に吸着するが，本実験条件下では藻体内での移動は殆んど行われないものと考えられる．尚この種の検討には藻体の成長点等を考慮しなければならないが，何れにしても海藻の F. P. に対する挙動は陸上植物の吸収，排泄生理とはかなり異る事が予測される．この点については S^{35}, Cl^{36} 等を使用し体成分の形成機構と関連づけてなお検討する予定である．

Table 3. Absorption of radioactive materials by *Gracilaria gigas* and their transferring state within the body.
(cpm/100 mg. dried matter)

Culture hours	Part 1	Part 2	Part 3	Part 4
30 min.	51～ 59	3～ 5	1～3	0～2
1 hr.	77～ 83	7.5～10	3～4	2～2
2 〃	90～ 95	43～46	2.5～3.5	2～3
24 〃	98～110	45～52	2.5～3	1～2
48 〃	100～103	47～50	2～3	0～1

要　　約

1）天然性放射性元素 K^{40} を比較的多く含有すると思われる各種海藻類の放射能強度を測定した結果，褐藻類のホンダワラ類，紅藻類のオゴノリ等が比較的高く一般に緑藻類は低い値を示した．

2）海藻は Fission Product により汚染された環境水中で容易に汚染され，しかも環境水の単位量当りの試料重量より考えると魚介類より汚染度は高くしかも速かに行われるようである．例えば 243 cpm/cc の放射能強度を持つ海水 1,500 cc 中に 40 g のアナアオサを投入した場合，藻体への放射能転移は 4 時間後には殆んど平衡状態になり 24 時間後には培養海水に存在した全放射能の約 75 % が転移する．生活機能を失つた藻体は生活海藻に比し汚染度が高くその約 80 % が転移した．

3）一度 Fission Product に汚染された藻体の放射能は容易に転移しない．188cpm/100mg 乾物，程度に汚染されたアナアオサは正常海水中で 1 週間後に約 25 %，2 週間後に約 50 %，3 週間でようやく約 70 % の放射能が除かれたに過ぎない．しかし生活機能を失つた藻体では更に転移し難く 3 週間後にも減少の傾向が現れなかつた．

4）Fission Product による各種海藻間の放射能転移の強弱を比較した結果，外観上形態の類似したアサクサノリ，セイヨウハバノリ，アナアオサ間ではセイヨウハバノリ，アサクサノリ，アナアオサの順に強く汚染され，その汚染度は体表粘質物の量並びにその質的な性質とも関係のある事が予測された．

5）外観上の形態が分化したイソモク，ヤツマタモク，フタエモクの藻体単位重量当りの汚染は，藻体各部別には葉，気胞，茎，根部の順となり，海藻の種別にはイソモク，ヤツマタモク，フタエモクの順で，この汚染度の強弱は藻体の単位重量当りの表面積に略々比例的であつた．

6）オゴノリの藻体の一部を Fission Product による汚染海水に浸漬しておけば，その部分は強く汚染されるが，本実験条件下では該物質の，浸漬しない部分への移動は認められなかつた．

以上の各種実験結果より考え Fission Product による海藻の汚染にはかなり重要視すべき問題があると思われる．又その汚染の強弱は海藻の種類による生理的特性と言うよりは，むしろ藻体の単位重量当りの表面積並びに体表粘質物の量及び質的性質に関係あるものと推察される．更に生活機能の有無にかゝわらずその汚染強度及び速度がほゞ同程度である事並びに前記の実験結果より考えて，本実験条件下に於ける生藻の汚染特に初期汚染は Fission Product を構成する放射性物質の生理的選択吸収というより，主として該物質の藻体成分による物理化学的吸着現象と考えるのが妥当のようである．

終りに本報は昭和 30 年度文部省総合科学研究費（水産物に関する放射化学的研究）による業績の一部で，御支援を賜つた当局並びに同研究班委員長，東京大学教授森高次郎先生に深謝の意を表す．

Résumé

1) Noticing on the algae, it was considered that algae contained little amount of natural radioactive isotopes, the authors measured radioactivity in the various species of algae.

2) Algae, immersed in the sea water containing fission products (F. P.), are remarkably contaminated by the radioactivity. For example, the immersion of 40 g. of *Ulva pertusa* into 1,500 cc. sea water contaminated with F. P. (possesing of the radioactivity 243 cpm/cc.) enabled the contamination to be equilibrated with the algae within 4 hours; and after 24 hours, it enabled about 75% of the total radioactivity in the sea water to be transferred into the algae. But in cases of the died algae, being far more contaminated than the living one, about 80% was transferred.

3) After the algae being transferred into the clear uncontaminated sea water it was not until 3 weeks passed that about 70% of the radioactivity was removed from the F. P.-contaminated algae. This tendency was so remarkable in cases of died algae that no decreasing tendency could be brought forth even by the lapse of more than 3 weeks.

4) Generally, the contamination of algae by F. P. was fund to be stronger and quicker than fishes. And it was difficult to remove the radioactivity of the algae (this tendency was very remarkable in the died algae). And this suggested precautional problem of radioactivity contamination by F. P. in the fostering of such useful algae as laver.

5) The contamination density by radioactivity over such a seeming morphologicaly developed algae as *Sargassum hemiphyllus*, *S. patens* and *S. duplicatum*; observed from the constitutional order of the body, lies at leaves, air-vesicles, stalks and roots; successively; and from the order of species, lies in *hemiphyllus*, *patens* and *duplicatum*. This strength of the contamination varys proportionally with the surface dimension per weight of algae.

6) A part of the body of *Gracilaris gigas*, immersed in the sea water containing F. P. was contaminated strongly; but in this case, the radioactive element were absorbed into the algae leaving the uncontaminated parts untouched.

文　　献

1) 佐伯誠道，岡野真治，森高次郎：日水誌，**20**，902，(1955).
2) 天野慶之，山田金次郎，尾藤方通，高瀬　明，田中昭二：日水誌，**20**，907，(1955).
3) 山田金次郎，戸沢晴巳，天野慶之，高瀬　明：日水誌，**20**，916，921，(1955).
4) 佐伯誠道，森高次郎：日水誌，**21**，945，(1956).
5) 齊藤　要，鮫島宗雄：本誌，**4**，124，(1955).
6) 三宅泰雄，田島英三：*Radio Isotopes*，**3**，(2) 8，(1954).

第VIII報 Fission Products による海藻類の汚染について

田　中　　剛

VIII. On the Contamination of Marine Algae by Fission Products

Takesi Tanaka

緒　　言

1955年以前現在までに藻類放射能汚染についての検出例は少い．そこで1955年4月より鹿児島湾内並びに湾外の海藻類の放射能汚染について検討した．更に核分裂成生物による海藻培養の吸収或はその汚染除去等について実験を行つた．藻類の核分裂成生物による研究は Boss 博士に依る報告がある．Boss 博士は Oak Ridge 原子力国立研究所の排水を流している人工湖 White Oak の放射能汚染とその中に棲息している生物の放射性元素の蓄積について報告している．それに依ると，糸状の藻類の吸収は最も多く，*Spirogyra* では 15,800 c p m/g を示し，その 22% が Sr であるとしている．

海藻類の核分裂成生物（F. P.）による影響としては，F. P. は一般に天然に存在するものでなく，又海藻類の構成成分にも関連がないものと考えられる．本実験ではどの位の海藻への吸収が見られるか，その除去及び移行があるか，即ち藻体基部を F. P. 5×10^{-5} に稀釈してこれを培養液として吸収，吸着させ，藻体上葉部の部分にその移行が見られるか等を実験した．本実験研究は未だ継続中のものが多く，予備的実験の予報程度の成果しか得られて居らず，この問題についての本格的結果及び結論は今後の実験に俟つべきものが多い．

実　　験

I. 自然界の海藻類の放射能について

鹿児島湾内，湾外より採集した海藻類はそれぞれ種別して風乾し，その風乾物の一定量を磁製ルツボに入れて，ガスバーナーで約 500−600°C にて灰化する．その灰分の一定量 0.2 g を幾何学的条件を一定にして Geiger Muller にて測定した．猶 K^{40} の除去操作は行つていない．計測に使用した計器は科研製 Geiger Muller Counter Model 32 で，Mica 窓の厚さは 22 mg/cm², 計数域は 200 V であり，Mica と検体との距離は約 15 mm であつた．計数検体を 2.5 cm（直径）の試料皿に入れ 10 分間の計数値より 10 分間の自然計数値を差引いて，1 分間当りの計数値を出し，検体 0.2 g 当りの計数値を出した．自然計数は 21～22 c p m.

II. F. P. による吸収，除去並びに移行実験

i) 試料原藻

鹿児島市郡元海岸の アオサ（*Ulva pertusa* Kjellm.），ヒジキ（*Hijikia fusiforme* Okam.），及び熊本県，飽託郡，海路口地先のアサクサノリ（*Porphyra tenera* Kjellm.）を実験材料とした．実験中はこれらの藻体の異常は認められなかつた．この実験では正常な海藻とホルマリンにて固定したものについて比較実験を行つた．

ii) 培養液

米国 A. E. C. より輸入した Fission Products は製造年月不明, F. P. 1mc/ml を蒸溜水にて 100倍に稀釈して, それぞれ濾過海水にて $1\times10^{-5}, 5\times10^{-5}, 1\times10^{-6}$ 稀釈濃度を培養液とした.

iii) 試料の調製

本実験に於ては F. P. 吸収量とは一定時間培養液中にて吸収される計測値を示す. 従つて吸収実験試料は流水中にて洗い藻体を濾紙にて吸水させ乾燥器にて乾燥させ乳鉢にて粉末として

Table 1. Results of inspection on radioactivity of marine algae ash. (cpm/0.2 g)

Specific name	Place	Date of collection	Date of counting	c p m
Chlorophyeae				
Ulva pertusa	鴨池	April 17 1955	April 22 1955	5±3
Codium fragile	沖小島	March 10 〃	May 10 〃	4±2
Codium divaricatum	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	12±2
Caulerpa Okamurai	郡元	April 25 〃	May 10 〃	4±2
Phaeophyceae				
Colpomenia sinuosa	鴨池	April 17 〃	April 22 〃	3±2
〃 〃	沖小島	March 10 〃	May 10 〃	5±2
Sargassum Thunbergii	鴨池	April 17 〃	April 22 〃	17±3
S. patens	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	13±3
S. piluliferum	沖小島	March 10 〃	May 10 〃	5±2
Hijikia fusiforme	〃	〃 10 〃	〃	10±3
〃 〃	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	8±3
Padina japonica	郡元	April 25 〃	May 10 〃	9±3
Undaria pinnatifida	指宿	〃	〃	10±3
U. pinnatifida (leaf portion)	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	3±2
U. pinnatifida (stem portion)	〃			10±2
U. pinnatifida (root portion)	〃			18±3
Rhodophyceae				
Porphyra suborbiculata	甲突川	April 18 〃	April 22 〃	3±1
Gelidium Amansii	大根占	〃 28 〃	May 10 〃	3±2
G. pusillum	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	4±2
Gelidiopsis intricata	沖小島	March 10 〃	May 10 〃	5±2
Carpopeltis elata	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	13±2
C. affinis	〃	〃	〃	21±3
Gracilaria Textorii	郡元	April 25 〃	May 10 〃	18±3
〃 〃	阿久根	May 7 〃	October 11 〃	4±2
Halymenia acuminata	沖小島	March 10 〃	May 10 〃	3±1
Meristotheca papullosa	鴨池	April 17 〃	April 22 〃	6±3
Digenea simplex	奄美大島	August 20 〃	October 14 〃	24±3

0.5 g 当りの計測値を示す．除去実験に於ては培養液中に浸積した藻体基部を上記の如く同様な方法で行い濾過海水中の藻体上葉部は一定時間後に取上げて上記の如くして乾燥，粉末にして計測した．

計測に使用した計器は G. Muller Model 32 にて試料と検体との距離は 1.5 cm 試料（測定）は直径 2.5 cm のステンレス試料皿に入れて計測した．自然計数は 21—22 c p m であつた．

実　験　結　果

I.　自然の海藻類の放射能について

検体海藻類は 1955 年 4 月より 8 月頃までに採集したもので，その結果は次の Table 1 に示す通りである．本実験に於ては強い放射能は全然見られないが，一般に褐藻類に於て比較的高い計数値を示している．これは実験操作中に於て K^{40} を除去しなかつた為に K^{40} の影響で高い値を示すものと考えられる．

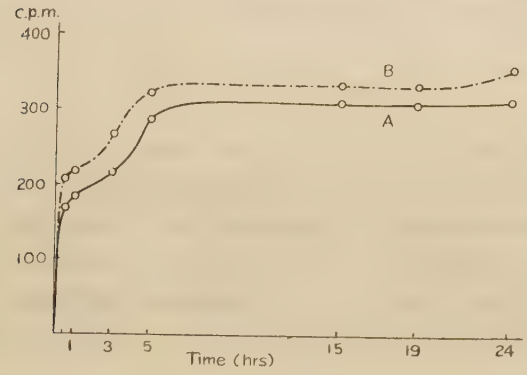


Fig. 1. Radioactivity absorption of *Ulva pertusa* cultured in contaminated sea water by Fission Products (A=normal algae, B=algae fixed by formalin).

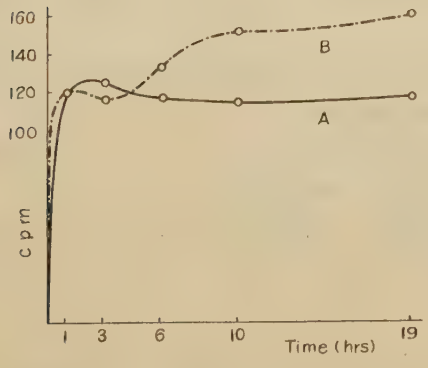


Fig. 2. Radioactivity absorption of *Hijikia fusiforme* cultured in contaminated sea water by Fission Products (A=normal algae. B=algae fixed by formalin).

II.　培養液による実験結果

33 cpm/0.22 cc 培養液によるアオサの吸収実験結果は次の Fig. 1 に示す通りの曲線を示す．この実験では正常な状態のアオサでは，培養液に入れてから 1 時間から 3 時間頃までに多少動揺するが，大体 3 時間位で最高値を示し，5 — 6 時間位で大体平衡状態を示すが，ホルマリンにて固定したアオサでは正常な状態でのアオサより強い放射能値を示す．

又 38 cpm/0.22 cc 培養液にアサクサノリの吸収実験（Fig. 3）及び 46 cpm/0.2 cc 培養液にてヒジキを培養した吸収実験（Fig. 2）に於ても，大体 3 時間から 5 時間位で最高値を示し，5 — 6 時間位で平衡状態を示す結果が見られた．

III.　F. P. を用いた汚染除去実験

或る一定時間後検体を取上げてその粉末 0.5 g 当りの計数値を示す．この場合藻体を培養液中に侵積して濾過海水にて充分洗滌して 0.5 g 当りの計数値を 100 として次の方法で除去率を出した．

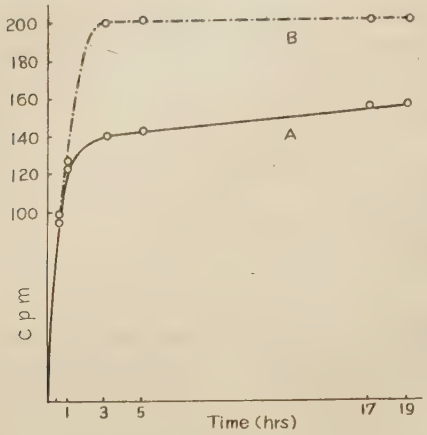


Fig. 3. Radioactivity absorption of *Porphyra tenera* cultured in contaminated sea water by Fission Products (A=normal algae, B=algae fixed by formalin).

$$\frac{f_0 - f_x}{f_0} \times 100$$

f_0＝培養液中から取上げ充分洗滌した後の藻体の計数値

f^x＝培養液中より濾過海水中に移した後一定時間後当りの計数値

この実験はアオサ，ヒジキ，アサクサノリを用いて行つたが，その他の藻類についても目下検討中である．今回の結果の概要は一度 F. P. により汚汚された海藻の放射能は正常な海水中では完全には容易に除去されない傾向が見られた事である．

IV. F. P. を用いてその移行実験

ヒジキを用いた実験を行つたが，藻体基部を F. P. を濾過海水に 5×10^{-5} 稀釈濃度，52cpm /0.2 cc 培養液中に浸積して藻体上部を 10 cm の間隔を取つて藻体葉部を濾過海水につけ，10 cm 間隔の部分の藻体が乾燥しない様に脱脂綿を用い絶えず濾過海水を注ぎ，毛細管現象を考慮して上部の藻体を入れた水槽を培養液の水槽より高くして実験を行つた．この場合試料は Mica と試料との距離約 15 mm で 10 ± 2 cpm であつた．この実験結果は目下継続中であり，後程詳述したいと思うが，大体ヒジキ藻体内の移行作用は充分に行われない事が認められた．

要　　約

1）海藻の放射能汚染では鹿児島湾内，湾外にて 1955 年に採集したもので調査した結果放射能汚染は殆んど認められなかつた．

2）Fission Products を用いた吸収実験では非常に早い時間内に汚染が起る．大体 3 — 5 時間で最高値を示し，約 5 時間後では比較的平衡状態を示す．

3）汚染除去実験では一度 F. P. により汚染されたアオサ，ヒジキ，アサクサノリの藻体中の放射能は正常な海水中では容易に完全には除去されない傾向が見られる．

4）ヒジキ藻体の一部を F. P. 汚染海水中に浸積し，放射能の藻体に於ける移行の有無を検討したが，本実験条件下では殆んど移行作用は認められなかつた．

Résumé

1) As to the contamination of algae by radioactivity, those collected in the neighbourhood of Kagoshima Bay were ascertained to have contained hardly and indications.

2) In the absorption-expertments for some marine algae by Fission Products it is within a very short lapse of time that somewhat contamination take place. The hyperbolic curve reaches its maximum in 3–5 hours, but it takes a comparatively even figure after 5 hours.

3) In the exclusion experiment, it was very difficult to completely exclude F. P. from the frond of marine algae, provided that washing were as complete and through as possible.

4) The circulation of Fission Products in the frond of *Hijikia fusiforme* Okam., immersed in the contaminated sea water was examined; and no one was ascertained.

参 考 文 献

1）古川春寿，江藤秀雄，箕弘毅：Radio Isotopes の医学的応用（1953）
2）湯浅年子：放射性同位元素とその生物学医学への応用（1955）
3）化学の領域委員会編集：アイソトープ実験技術第一集 Tracer Techniques（1955）
4）日本放射能協会編：Radio Isotopes（Vol. 2, No. 1, 1953）

CONTENTS

1. On the Chino-Japanese Fisheries Agreement
A New Principle of the International Regulation of High Seas Fisheries
..... Seiji KONDA··· 1

2. An Interpretation of the Developmental Process of Fishery-Economy in Japan-Especially a Consideration on the Skipjack-fishery at Bōnotsu·····Takeshi HARA··· 10

3. Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (III)
— On the Tension meter of Sand-bag Line and Effects Derived from the Measurement — ..... Masaji KANAMORI and Toshiro KUROKI··· 17

4. Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (IV)
— Model Experiment on Trap Net Furnished with Sea Bottom Bagnet —
..... Masaji KANAMORI··· 21

5. Studies on the Improvement of Yellow-tail Setting Net (V)
— Model Experiment on the two Different Kinds of Sea Bottom Fixed Nets —
..... Masaji KANAMORI··· 24

6. Studies on the Catch Efficency Derived from the Difference in the Construction of Tuna Long-Line Gear (I)
— On the Catch Difference from the Each Depth of Hook in the Long-Line Gear —
..... Tomokazu MORITA··· 30

7. Studies on the Catch Efficency Derived from the Difference in the Construction of Tuna Long-Line Gear (II)
— On the Results of Fishing Test of Tuna Long-Line with 4 Hook Gear and 5 Hook Gear — ..... Tomokazu MORITA··· 36

8. A Consideration on the Spawing-season of the Mackerel (*Pneumatophorus tapeinocephalus*) in the Southern Sea of Kyūshū····· Toyotaka TANOUE··· 42

9. On the Detective Effect of the Radar upon the Location of the Tunny-Long-Line (II)
..... Tomoyuki GENKA··· 53

10. Observation of the Total Solar' Eclipse in June 20 th, 1955 on Board Ship
— The Meteological, Oceanographical and Biological Parts —
..... Tikao HUZITA and Tomoyuki GENKA··· 60

11. On the Kagoshima University Large-sized Experiment-tank Consisted of Twin Symmetric Elliptical Circuits····· Yoshikazu NARASAKO and Masaji KANAMORI··· 64

12. Theoretical Estimation of Albacore-shoals Dimensions in Accordance with the Characteristic of Fishing-Rates ..... Toshiro KUROKI··· 78

13. The Characteristics and Keys for the Determination of the Species of Flying-Fishes Obtained in Japan.
I. Key for Adult Specimens. II. Key for Young Specimens····· Sadahiko IMAI··· 91

14. Studies on Some Marine Algae from Southern Japan. II ····· Takesi TANAKA···103

15. On the Distribution of Plankton Collected along the Meridian 130° E.
..... Toshio SAISHO···109

16. Studies on the Enzymatic Action of the Internal Organs of Fishes.···Michitoshi OCHI···115

17. A Supplement of the Studies of the Salmon Eggs.
— Consideration of the Osmotic Pressure and the Destraction of the Eggs. —
..... Koji TAKADA···124

18. On the Formation of Amine in Fish Muscle (I)
— Formation of Histamine and Tyramine in Muscle and Shell-fish during Spoilage····· Fuyuo OTA and Minoru FUKUYAMA···129

19. On the Formation of Amine in Fish Muscle (II)
— Influence of Temperature on the Formation of Histamine in Fish Muscle
..... Fuyuo OTA and Hiroshi AJISAKA···134

20. On the Variatior of "Tyrosine Value" in the Decrease of Fish-Muscle Freshness III.
— Elucidation of Estimation-Value by Phenol Reagent Method —
·····Fuyuo OTA, Jun'ichi NISHIMOTO and Tatsuo KII···140

21. Studies on Vitamin B_{12} in Sea Water I.
— On the Assay of Vitamin B_{12} in Sed Water —
..... Ken-ichi KASHIWADA, Daiichi KAKIMOTO and Akio KANAZAWA···148
22. Biochemical Stndies on the *Sergestes phosphoreus* I.
— On General Components — ..... Daiichi KAKIMOTO and Akio KANAZAWA···153
23. Biochemical Studies on the *Sergestes phosphoreus* II.
— On the Sugars — ..... Daiichi KAKIMOTO Akio KANAZAWA and Shigern YOSHIDA···156
24. Biochemical Studies on the Fish-Blood XII.
— On the Difference in the Crystaline Type of Hemocromogen and Chlorohemin by Species. ..... Kaname SAITŌ···160
25. Studies on the Biochemical Change in the Fish Muscle II.
— On the Amount of Myosin Fractions Isolated from Several Fishes and Rabbit as well as on its ATP ase Activity.— .....Kaname SASTŌ and Tomio HIDAKA···165
26. Studies on the Cellulose Decomposing Bacteria in the Digestive Organs of Ship-worm (*Teredo navalis* sp.) II.
— On the Bacterial Cellulase — ..... Tomio HIDAKA and Kaname SAITŌ···172

Report of Committee on the Radioactivity, Department of Fisheries, Kagoshima University

IV. On the Inspection of Radioactivity of Sea-water in the Several Southern Sea Fronts and the Eastern China Sea
··· Masaji KANAMORI, Tomokazu MORITA, Toyotaka TANOUE and Toshiro KUROKI···178
V. On the Treatments to Decrease the Radioactivity of Fishing Gear Materials Contaminated.
··· Masaji KANAMORI, Toshiro KUROKI, Tomokazu MORITA and Toyotaka TANOUE···184
VI. The Behariour of Fission Product for the Fish Meat
..... Kozi TAKADA, and Jun'ichi NISHIMOTO···190
VII. Studies on the Contamination of Algae by Fission Products
..... Kaname SAITO and Muneo SAMESHIMA···196
VIII. On the Contamination of Marine Algae by Fission Product .....Takesi TANAKA···205

Vol 5, 1956